

English translation of

PUBLICATION OF UNEXAMINED PATENT APPLICATION OF JAPAN

(11)Publication number : H11-224677

(43)Date of publication of application : 17. 08. 1999

(51)Int.Cl. H01M 8/02
H01M 4/86
H01M 8/10

(21)Application number : 10-028491 (71)Applicant : DENSO CORP

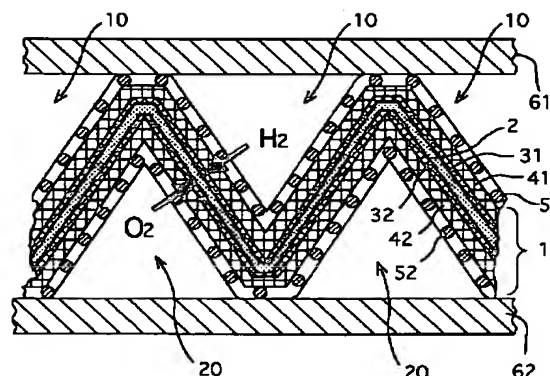
(22)Date of filing : 10.02.1998 (72)Inventor : YAMAGUCHI ITSUKAZU
OKAMOTO KUNIO
HABUKA SEIICHI
MIYATA YOSHIO
FUJIKI KOJI

(54) SOLID HIGH POLYMER FUEL CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solid high polymer fuel cell having high generating capacity per unit volume, manufactured at a lower cost.

SOLUTION: This solid fuel cell has a power generating layer 1 composed of a film-like electrolytic layer 2 of a solid filtering hydrogen ions, two positive and negative conductive electrode layers 41, 42 pinching the layers 2 from both sides and including catalyst layers 31, 32, and metal nets 51, 52 integrally joined to both sides surfaces of the electrode layers 41, 42. The power generating layer 1 is formed into a corrugated-sheet-like bumpy shape by a shape-holding function of the metal nets 51, 52, and is pinched by the separators 61, 62 from both sides. Surface area of the power generating layer 1 connecting with fuel gas chambers 10 formed between the separators 61, 62 and oxidizing gas chambers 20 is enlarged, consequently the power generating capacity is improved. Also, manufacture's costs are lowered because stainless-steel flat plates can be used as the separators 61, 62.



[Claim(s)]

[Claim 1] A solid polymer type electrolyte layer of film state which penetrates predetermined ion.

A conductive electrode layer provided in both sides of this solid polymer type electrolyte layer, respectively.

A septum component which counters each electrode layer of these and forms a fuel gas chamber and a oxidizing gas room among these electrode layers, respectively.

It has a form supporter with rigidity which it is the polymer electrolyte fuel cell provided with the above, and said solid polymer type electrolyte layer and said electrode layer are fabricated by uneven shape, and holds this uneven shape.

[Claim 2] The polymer electrolyte fuel cell according to claim 1 with which said form supporter is joined to at least one surface in one among said two-electrodes layers.

[Claim 3] The polymer electrolyte fuel cell according to claim 1 with which at least one side contains said form supporter among said two-electrodes layers.

[Claim 4] The polymer electrolyte fuel cell according to claim 1 with which said solid polymer type electrolyte layer contains said form supporter.

[Claim 5] Said form supporter is a polymer electrolyte fuel cell given in either among Claims 2-3 currently formed by either among a metallic net, metal porous plates, metal nonwovens, and a metal fiber.

[Claim 6] Said form supporter is a polymer electrolyte fuel cell given in either among Claims 2-4 currently formed by either among a resin network, a porous plate made of resin, a nonwoven made of resin, resin powder, and a resin fiber.

[Claim 7] The polymer electrolyte fuel cell according to claim 1 in which said uneven shape is either among corrugated panel form, three-dimensional corrugated panel form in the Miura fold, and mesh shape uneven shape that a crevice and heights adjoined each other mutually and was allocated by mesh shape of a triangle or a quadrangle.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention belongs to the technical field of a polymer electrolyte fuel cell [it is also called the abbreviated name PEFC (Polymer Electrolyte Fuel Cell) and a polyelectrolyte

type fuel cell].

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally a fuel cell is a kind of dynamo which acquires electromotive force by supplying the reacting matter of another kind, such as fuel gas and a oxidizing gas, to the two-electrodes part joined by the both sides across the electrolyte layer containing an electrolyte, respectively, and carrying out a chemical reaction to it on each electrode. However, unlike the usual dynamo, there is no portion which operates mechanically or dynamically in the inside of a fuel cell, and power generation only by a chemical reaction is performed. Since it differs also from the usual chemical cell, reacting matter is continuously supplied from the outside and output is discharged continuously outside, very prolonged continuation employment is possible and there is also no necessity for charge.

[0003] Although there are some kinds of fuel cells, since employment temperature is usually as low as 100 °C or less, warm-up time of a polymer electrolyte fuel cell is short, and it not only ends, but since power density is as high as about 3 kW/m², it has the outstanding advantage that a small weight saving is possible. So, as a power supply battery of the electro mobile containing a hybrid type, promising of the polymer electrolyte fuel cell is carried out most, and research and development are wholeheartedly done by every place.

[0004] A polymer electrolyte fuel cell has a solid polymer type electrolyte layer containing the ionic exchange polymer electrolyte which penetrates proton ion (H⁺), an electrode layer of the positive/negative which pinches a same layer from both sides and supports a catalyst bed, and a septum component (separator) which pinches a two-electrodes layer, as shown in drawing 14. Between both the septa component and the two-electrodes layer, the fuel gas chamber and the oxidizing gas room are formed, respectively.

Fuel gas, such as reformed gas which contains hydrogen in both rooms, and oxidizing gases, such as air containing oxygen, are supplied from the outside. And a chemical reaction occurs by both the catalyst beds that received supplies with hydrogen gas and oxygen gas from both rooms, respectively, since the proton which penetrated the solid polymer type electrolyte

layer and had positive charge moves to the positive electrode layer side from the negative electrode layer side, electromotive force arises, and a generation action happens. As a result, since electric power occurs from a polymer electrolyte fuel cell, the electric power can be taken out to the exterior via a conductive septum component, and the motor M etc. can be driven.

[0005] Here, the thing of a layer which has a generation action including a solid polymer type electrolyte layer and the electrode layer of positive/negative is made to call it a "power generation layer." The electric generating capacity of a polymer electrolyte fuel cell becomes settled fundamentally about the quantity of the fuel gas and the oxidizing gas which are supplied with performance [fixed then] (electrode efficiency) peculiar per unit area of the power generation layer which changes ring main into electrical energy, and the gross area of a power generation layer. So, the quantity of the electrical energy generated increases, so that the gross area (reaction surface product) of a power generation layer is large, when ring main is fully supplied. Therefore, since it is required to increase a reaction surface product in order to increase an output if electrode efficiency is constant, the size (capacity) of a polymer electrolyte fuel cell will increase in proportion [almost] to an output.

[0006] Though the polymer electrolyte fuel cell developed on the other hand in order to carry in an electro mobile has a small light weight, it is required that it should have bigger electric generating capacity. As mentioned above, it turns out easily that this demand of obtaining high power though it has a small light weight since the size of a polymer electrolyte fuel cell increases in proportion [almost] to an output is a demand which carries out antimony.

[0007] As conventional technology which meets such a demand, there is a fuel cell of composition of having been indicated by JP, H4-154047, A, for example. The gazette has disclosed the fuel cell (conventional technology 1) with which the form of a power generation layer is held in the shape of a corrugated panel by the projected rim of both the septa component as provides a projected rim in the septum component (separator) which counters mutually in parallel mutually and the projected rim (rib) of one septum component engages with the slot between the projected rims of the septum component of another side. In this fuel cell, since a power

generation layer is folded up in the direction which intersects perpendicularly with a projected rim, it becomes short and the reaction surface product per unit length increases, it is appealed for the electric generating capacity per unit volume of a fuel cell improving as an effect.

[0008] The form attachment component of the porosity which has a projected rim of parallel trapezoidal shape mutually again between the septum component (and a fuel gas chamber and a oxidizing gas room) of both sides and a power generation layer is made to be placed between the gazettes, and the fuel cell (conventional technology 2) with which this form attachment component is mutually engaged, and pinches a power generation layer is also indicated. And it is appealed for the electric generating capacity per unit volume of a fuel cell improving as an effect for the same Reason as the above-mentioned fuel cell also by this fuel cell.

[0009]

[Problem to be solved by the invention] However, since a septum component with a projected rim (separator) is needed in the above-mentioned conventional technology 1 and the form attachment component in which the projected rim was formed in the above-mentioned conventional technology 2 is needed, structure will become complicated. Since it is necessary to process not only it but a power generation layer according to the position of the above-mentioned projected rim, processing with high degree of accuracy is needed also about a power generation layer. So, in conventional technology, the working man-hour of both a septum component or a form attachment component, and a power generation layer increases, and the inconvenience that the manufacturing cost of a fuel cell will become high arises.

[0010] In the above-mentioned conventional technology 1, since the projected rim currently formed in the septum component exists, the channel (fuel gas chamber) of fuel gas and the channel (oxidizing gas room) of a oxidizing gas are narrowed, and there is inconvenience that an effective channel will become narrow. As a result, there is a possibility that the electric generating capacity of the power generation layer whose surface area increased with much trouble may decline. In the above-mentioned conventional technology 2, since a porous form attachment component is needed, the surface of a power generation layer does not

contact the channel of fuel gas and a oxidizing gas directly, generation efficiency falls, and also part mark will increase, and a manufacturing cost will become high. And since the porous form attachment component has contacted all over the electrode layer of the both sides of a power generation layer, unless it uses the porous material which has the quite high degree of puncturing in a form attachment component, it is not avoided that decline in generation efficiency becomes still larger. But if a septum component is formed from the porous material whose degree of puncturing is very big, a possibility that a septum component may break at the time of processing, or may be missing becomes large, and since the rate of the yield of a product falls, a manufacturing cost will increase further.

[0011]Then, this invention makes it the issue which should be solved to provide a polymer electrolyte fuel cell with higher electric generating capacity per unit volume, and a more inexpensive manufacturing cost.

[0012]

[Means for solving problem]In order to solve an aforementioned problem, an inventor invented the following means.

(The 1st means) The 1st means of this invention is the polymer electrolyte fuel cell according to claim 1. Here, a two-electrodes layer is formed from a conductive porous body which consists of carbon etc., and is playing a role of gas diffusion nature and conductivity. Usually a catalyst bed which contacts a solid polymer type electrolyte layer and is supporting a catalyst of platinum etc. with a polymer electrolyte fuel cell is formed.

[0013]As for this catalyst bed, it is common to be joined and formed in the surface of both sides of a solid polymer type electrolyte layer, and although formed at a process different from an electrode layer in many cases, in this Description, a catalyst bed defines it as what is contained in an electrode layer as a part of electrode layer. In other words, it has stuck to both sides of a solid polymer type electrolyte layer, and a thing of a conductive layer which is supporting a catalyst is defined as what is called an electrode layer. an electrode layer -- an operation of a catalyst -- 100 ** or less -- a power generation reaction occurs also at low temperature comparatively. Then, if a definition is the same, even if it puts an electrode layer in another way as a catalyst bed, it will not interfere.

[0014]In this Description, a thing of a "multilayer object which consists of a solid polymer type electrolyte layer and a two-electrodes layer (a catalyst bed is also included) also including a form supporter is made to call it a power generation layer. In this means, a power generation layer which consists of a solid polymer type electrolyte layer and an electrode layer has a form supporter with rigidity which is fabricated by uneven shape and holds this uneven shape. So, even if uneven shape holding structures, such as a projected rim, are not formed in a septum component, uneven shape of a power generation layer is maintained at uneven shape as fabricated by a manufacturing process by the rigidity of a form supporter which a power generation layer has, i.e., rigidity which the power generation layer itself has.

[0015]As a result, it becomes unnecessary to provide a projected rim for holding uneven shape of a power generation layer to a septum component unlike the above-mentioned conventional technology, or to provide a form attachment component of porosity which pinches a power generation layer from both sides, and holds the uneven shape, and is that the cost is cut down. Since a channel is narrowed by projected rim of a septum component, or contact with a power generation layer and ring main decreases by a porous form attachment component and electric generating capacity of a power generation layer does not decline, electric generating capacity per unit volume improves.

[0016]Therefore, according to this means, it is effective in becoming possible to provide a polymer electrolyte fuel cell with higher electric generating capacity per unit volume, and a more inexpensive manufacturing cost. Also in this means, like the usual fuel cell, a septum component can be used as a conductive separator, a unit cell (a cell = much more fuel cell) can be laminated in series, and power generation voltage can be raised. A direction of laminating a unit cell of a polymer electrolyte fuel cell in this way rather, and constituting a fuel cell is carried out ordinarily, and is also a desirable thing. [0017]A reinforcing rib may be provided in the surface of a septum component in order to raise the rigidity of a septum component. Although a reinforcing rib is a kind of a projected rim, unlike a projected rim aiming at form maintenance of a power generation layer of the conventional technology 1, its

size is small and it ends. Since it is not necessary to form a reinforcing rib to all the crevices of uneven shape of not only it but a power generation layer, there are few reinforcing ribs and it ends. So, a manufacturing cost of a septum component seldom increases. Since a reinforcing rib does not moreover need to engage with all the crevices of uneven shape of a power generation layer, dimensional accuracy is also seldom required and most things which a man day of assembly processing with a power generation layer and a septum component increases cannot be found. As a result, it is possible to form a reinforcing rib in a septum component, without increasing most manufacturing costs of this means.

[0018](The 2nd means) The 2nd means of this invention is the polymer electrolyte fuel cell according to claim 2. In this means, a form supporter is joined to at least one surface in one among two-electrodes layers of a power generation layer. A form supporter consists of metal thin wires, for example, and it is desirable like a wire gauze with coarse eyes that it is a good conductor in a porous material with a big void content. Since a form supporter with rigidity holding uneven shape fabricated in this means is joined to at least one surface in one among two-electrodes layers of a power generation layer, the power generation layer can maintain uneven shape fabricated with its rigidity as mentioned above.

[0019]Since it can make easily by methods, such as sticking by pressure, at the time of formation of an electrode layer, it is effective in a manufacturing cost ending inexpensive to join a form supporter to the surface of an electrode layer. Therefore, according to this means, it is effective in electric generating capacity per unit volume being higher, and a manufacturing cost becoming more inexpensive like the 1st above-mentioned means. By the way, as for an electrode layer by which a form supporter is joined to the surface, it is desirable to fully have three character of a form supporter, gas permeation nature to a catalyst bed currently supported to the solid polymer type electrolyte layer side facing in opposite directions, current collection nature from a catalyst bed, and shape retentively. When a form supporter is joined only on the surface of one side among two-electrodes layers, usually some gas permeation nature to a catalyst bed falls rather than an electrode layer of another side to which a form

supporter is not joined in above-mentioned one electrode layer. so, positive/negative -- it is desirable to check [that it is theoretical or] whether electric generating capacity with a higher direction in case a form supporter is joined to which electrode layer is acquired, and to join a form supporter to an electrode layer of a direction where higher electric generating capacity is acquired.

[0020](The 3rd means) The 3rd means of this invention is the polymer electrolyte fuel cell according to claim 3. In this means, at least one side contains a form supporter among two-electrodes layers. A form supporter consists of metal thin wires, for example, and it is desirable like a wire gauze with coarse eyes that it is a good conductor in a porous material with a big void content. Since a form supporter with rigidity holding uneven shape fabricated in this means is contained at least in one side among two-electrodes layers of a power generation layer, the power generation layer can maintain uneven shape fabricated with its rigidity as mentioned above.

[0021]an electrode layer and one -- or it is effective in a manufacturing cost ending inexpensive by the method of mixing a form supporter or its material at the time of formation of an electrode layer, since it can make easily to include a form supporter in the inside of an electrode layer. Therefore, according to this means, it is effective in the electric generating capacity per unit volume being higher, and a manufacturing cost becoming more inexpensive like the 1st above-mentioned means.

[0022]By the way, as for the electrode layer containing a form supporter, it is desirable to fully have three character of the gas permeation nature to the catalyst bed currently supported to the solid polymer type electrolyte layer side, the current collection nature from a catalyst bed, and shape retentively. As for some gas permeation nature to the catalyst bed of above-mentioned one electrode layer, when the form supporter is contained only in one side among two-electrodes layers, falling is more common than the electrode layer of another side to which the form supporter is not joined. so, positive/negative -- it is desirable to check [that it is theoretical or] whether electric generating capacity with a higher direction in the case of the form maintenance object being contained in which electrode layer is acquired, and to include a form supporter in the electrode layer of the direction where higher electric generating

capacity is acquired.

[0023](The 4th means) The 4th means of this invention is the polymer electrolyte fuel cell according to claim 4. In this means, the solid polymer type electrolyte layer which is the pars intermedia material of a power generation layer contains the form supporter. The nonconducting thing of a form supporter is desirable at a porous material with a big void content like a resin network with a coarse eye which consists of resin fibers, for example. Since the form supporter with the rigidity holding the uneven shape fabricated in this means is contained in the middle solid polymer type electrolyte layer of the power generation layer, the power generation layer can maintain the uneven shape fabricated with its rigidity as mentioned above.

[0024]a solid polymer type electrolyte layer and one -- or including a form supporter in the inside of a solid polymer type electrolyte layer can make easily by the method of mixing a form supporter or its material at the time of formation of a solid polymer type electrolyte layer. That is, while the polymer electrolyte material (for example, perfluoro sulfonic acid polymer) which forms a solid polymer type electrolyte layer has become soft first, heating temperature up is carried out in the temperature requirement where the characteristic as the electrolyte does not deteriorate. And it is possible to include a form supporter in one in a solid polymer type electrolyte layer by making the form supporter which bears the temperature stick by pressure in the state.

[0025]Or the porous body of the film state which melts ion-exchange resin, such as a perfluoro sulfonic acid polymer which forms a solid polymer type electrolyte layer, in a suitable solvent, and has continuous pores with a solution, nothing, and insulation may be made to impregnate, and a solid polymer type electrolyte layer may be formed. In this case, if the porous body is formed from a reversible material (for example, thermoplastics), a solid polymer type electrolyte layer has a porous body as a form supporter, and will have a shape retaining function.

[0026]The solid polymer type electrolyte layer containing a form supporter can be formed also by pouring in the above-mentioned electrolyte material into the hole of a porous body by furthermore piling up and carrying out heat pressing of the solid polymer type electrolyte material of film state to one side or both sides of the

above-mentioned porous body as another method. Or the resin material of a resin network, the nonwoven made of resin and fibrous, or the shape of debris can be mixed in the electrolytic solution of the above-mentioned ion-exchange resin, and the solid polymer type electrolyte layer containing a form supporter can also be manufactured with methods for film deposition, such as the cast method and the blade method.

[0027]All of a manufacturing method of a solid polymer type electrolyte layer containing these form supporters are comparatively easy for enforcement. Therefore, according to this means, it is effective in electric generating capacity per unit volume being higher, and a manufacturing cost becoming more inexpensive like the 1st above-mentioned means. By the way, a solid polymer type electrolyte layer containing a form supporter needs to have three character of the permeability of a proton which is a positive ion, insulation which insulates two-electrodes layer of each other, and shape retentivity. So, thickness is as thin as possible, and also a form supporter is a porous material with a big void content, and its nonconducting thing is desirable, and excelling also in a wettability with an electrolyte material is desirable.

[0028](The 5th means) The 5th means of this invention is the polymer electrolyte fuel cell according to claim 5. In this means, it is formed by either among a metallic net, metal porous plates, metal nonwovens, and a metal fiber, and is joined to at least one surface in one among two-electrodes layers, or a form supporter is contained at least in one side among two-electrodes layers. So, two operation effects which are roughly divided and are shown below are obtained.

[0029]Since the conductivity (namely, current collection nature) of an electrode layer which has a form supporter in the 1st improves by leaps and bounds and a loss of electrical energy by Joule heat within an electrode layer is reduced, electric generating capacity improves further. In composition that a metal form supporter is especially joined to at least one surface among two-electrodes layers, conductivity improves in a point of contact with a septum component which is a separator which usually consists of good conductors, and contact resistance also decreases substantially. So, a loss of electrical energy

by contact resistance in a line of contact of an electrode layer and a septum component is reduced, and electric generating capacity improves further.

[0030]It is easy for the 2nd to carry out the fabricating operation of the power generation layer to uneven shape, since goodness of a moldability by metal plastic deformation will be obtained if a proper kind of metallic material is selected, and a manufacturing cost can be reduced more. therefore -- according to this means -- an effect of the 2nd above-mentioned means or the 3rd means -- in addition, it is effective in electric generating capacity which improved further, and very good processability being obtained simultaneously.

[0031](The 6th means) The 6th means of this invention is the polymer electrolyte fuel cell according to claim 6. In this means, it is formed by either among a resin network, a porous plate made of resin, a nonwoven made of resin, resin powder, and a resin fiber, and is joined to at least one surface in one among two-electrodes layers, or a form supporter is contained at least in one side among two-electrodes layers. So, two operation effects which are roughly divided and are shown below are obtained.

[0032]Molding workability which was excellent in the 1st at the time of shaping to uneven shape by outstanding plasticity in which resin has an electrode layer or a solid polymer type electrolyte layer with a form supporter if a proper kind of resin material is selected into material of a form supporter is acquired. In addition to a shape retaining function, a form supporter which consists [2nd] of resin materials can also give an operation as binding material, such as carbon which forms an electrode layer, to a form supporter in composition included in an electrode layer. So, it also becomes possible to form an electrode layer without the necessity of adding binding material other than resin as a form supporter decreasing and almost or completely needing binding material in addition to a form supporter. As a result, increase of a manufacturing cost taken to add a form supporter is almost lost.

[0033]Therefore, when according to this means in addition to the effect of the 2nd above-mentioned means thru/or the 4th means good molding workability is acquired and a form supporter is further contained in an electrode layer as a binding material, it is effective in much more reduction of a manufacturing cost being obtained. Although

a solid polymer type electrolyte layer usually consists of a perfluoro sulfonic acid polymer, the softening temperature of the polymer is about 130 **. So, when adopting thermoplastics as the resin which forms a form supporter, it is desirable to adopt thermoplastics with the softening temperature near the above-mentioned softening temperature.

[0034]Heating [more than 100] of a perfluoro sulfonic acid polymer of even the heat-resistant temperature of about 10 ** knows that the characteristic as an electrolyte will deteriorate. So, as for the softening temperature, when adopting thermoplastics as a material of a form supporter, it is desirable that it is less than the above-mentioned heat-resistant temperature. As for the curing temperature of the thermosetting resin, when adopting thermosetting resin as a material of a form supporter for the same Reason, it is desirable that it is less than the above-mentioned heat-resistant temperature.

[0035](The 7th means) The 7th means of this invention is the polymer electrolyte fuel cell according to claim 7. The uneven shape by which a power generation layer is fabricated in this means is either among corrugated panel form, the three-dimensional corrugated panel form in the Miura fold, and the mesh shape uneven shape that a crevice and heights adjoined each other mutually and was allocated by the mesh shape of the triangle or the quadrangle.

[0036]Since a fabricating operation to uneven shape can be easily performed [1st] also when there is almost no elasticity in a power generation layer when uneven shape is corrugated panel form, a manufacturing cost which a fabricating operation takes is the cheapest. Therefore, it is effective in the ability to apply it not only to be able to control a manufacturing cost in this case very inexpensive, but when there is almost no elasticity in a power generation layer.

[0037]Even if it compares when it is the above-mentioned corrugated panel form since a power generation layer is compressed [2nd] about all the field inboard (that is, both directions in every direction) when uneven shape is the three-dimensional corrugated panel form in the Miura fold, surface area of a power generation layer per unit volume increases by leaps and bounds. As a result, electric generating capacity per unit volume of a polymer electrolyte fuel cell increases by leaps and bounds, for example

with about single figure etc.

[0038] Since a channel (fuel gas chamber) of fuel gas and a channel (oxidizing gas room) of an oxidizing gas are making JIGUZAKU clothes basket (** face) crease form, a flow of fuel gas and a flow of an oxidizing gas which are usually laminar flow are disturbed, and it becomes easy to generate a turbulent flow. So, since fuel gas and an oxidizing gas of a two-electrodes layer always fresh to each surface of a power generation layer come to contact, electric generating capacity improves further.

[0039] Therefore, it is effective in the electric generating capacity per unit volume of a polymer electrolyte fuel cell increasing by leaps and bounds in this case. Since elastic modification of a power generation layer is not required, also when there is almost no elasticity in a power generation layer, there is an effect that the fabricating operation to uneven shape can be performed easily in the three-dimensional corrugated panel form not only in it but the Miura fold.

[0040] Since it is very hard to carry out buckling of the three-dimensional corrugated panel form in the Miura fold to the compression pressure from the septum component of both sides, strength of structure and its rigidity improve greatly. So, since sufficient rigidity strength is obtained even if it becomes unnecessary to attach and reinforce a reinforcing rib etc. at a septum component and the septum component is monotonous, it is effective in becoming possible to reduce the manufacturing cost of a septum component.

[0041] When uneven shape is mesh shape uneven shape, it not only says that the surface area (reaction surface product) of the power generation layer per unit project area only increases, but it is not decided [3rd] that the direction of the channel of fuel gas and an oxidizing gas will be a meaning. Namely, since the flow direction of ring main can be mutually set up in the arbitrary directions, fuel gas and an oxidizing gas can be passed in the direction which intersects perpendicularly mutually. Then, since the channel of the fuel gas in the outer edge section of a polymer electrolyte fuel cell and the channel of an oxidizing gas can be divided and made, the passage constitution as a system of a polymer electrolyte fuel cell becomes simple. About this advantage, even if uneven shape is triangular mesh shape and it is square mesh shape, there is no changing place.

[0042] Therefore, it is effective in manufacture of a solid polymer type fuel cell system becoming easily and inexpensive in this case.

[0043]

[Mode for carrying out the invention] The following embodiments explain an embodiment of a polymer electrolyte fuel cell of this invention in such a manner sufficiently clear and complete so that a feasible understanding may be acquired by person skilled in the art.

[Embodiment 1]

(Composition of Embodiment 1) A polymer electrolyte fuel cell as Embodiment 1 of this invention has the power generation layer 1 which consists of the solid polymer type electrolyte layer 2, the electrode layers 41 and 42 containing the catalyst beds 31 and 32, and the metallic nets 51 and 52, as shown in drawing 1. Further, a polymer electrolyte fuel cell of this example counters each electrode layers 41 and 42, and has the separators 61 and 62 as a septum component which forms the fuel gas chamber 10 and the oxidizing gas room 20, respectively between each electrode layers 41 and 42 and the metallic nets 51 and 52.

[0044] The solid polymer type electrolyte layer 2 is a thin film of a perfluoro sulfonic acid polymer which is proton conductivity resin (proton exchange resin) of film state which penetrates a hydrogen ion (proton) with positive charge. If added in writing by reference, what is marketed with a trade name called Nafion, for example from Du Pont can be used for this resin layer. Since a thin film of a perfluoro sulfonic acid polymer reveals proton conductivity in the state of moderate moisture content, a steam is usually supplied from the exterior and moisture is held. However, since moisture arises in process of a power generation reaction in a polymer electrolyte fuel cell of this example, a steam does not need to be specially supplied to the solid polymer type electrolyte layer 2 from the exterior.

[0045] Since thickness of the solid polymer type electrolyte layer 2 becomes reduction of internal resistance of a cell, its thinner one is desirable, but since a possibility that dynamic intensity may fall and a film may be damaged during manufacture and an employment operation will arise if too not much thin, moderate thickness is required from a demand on intensity maintenance. So, in the usual polymer electrolyte fuel cell, since thickness of the solid polymer type

electrolyte layer 2 was 10 micrometers more than 100 from about 50 micrometers, thickness of the solid polymer type electrolyte layer 2 of this example could be 100 micrometers.

[0046]The catalyst beds 31 and 32 are filmy layers applied and formed in the surface of both sides of the solid polymer type electrolyte layer 2. In this example, the catalyst beds 31 and 32 are formed as follows. Namely, particles which made a catalyst of platinum or its alloy system support mainly on the surface of carbon black first, What distributes and dissolved an electrolyte which consists of perfluoro sulfonic acid in alcoholic solvent, respectively is mixed, and an ink-like (namely, slurry form thru/or paste state) mixture is prepared. Next, the mixture is used and the catalyst beds 31 and 32 are formed in both sides of the solid polymer type electrolyte layer 2. Formation of the catalyst beds 31 and 32 is based on direct spreading by methods, such as screen-stencil, or indirect spreading of transfer etc.

[0047]Thickness of the catalyst beds 31 and 32 is usually several micrometers to tens of micrometers, and a portion which is restrained by diffusion of reactant gas and actually contributes to a reaction effectively is set as optimal about an average of 10 micrometers from a viewpoint of the range of several micrometers in this example. So, the catalyst beds 31 and 32 are mainly dependent on the solid polymer type electrolyte layer 2 about dynamic intensity. The catalyst beds 31 and 32 are thin films whose thickness is thinner than the solid polymer type electrolyte layer 2 a single figure, and are the porous thin films in which metal (platinum or its alloy) of a catalyst was supported by the surface of particles of carbon black. So, fuel gas and the oxidizing gas can infiltrate into an inside of the catalyst beds 31 and 32, respectively, and a power generation reaction occurs.

[0048]When forming both the catalyst beds 31 and 32, the catalyst bed 31 in contact with fuel gas and the catalyst bed 32 in contact with a oxidizing gas can also be optimized so that a presentation may be changed a little and electrode efficiency (efficiency of a power generation reaction) may become large. It is made, as for the catalyst bed 31 in contact with fuel gas, for a touch area with a steam for humidification to specifically become large. On the other hand, the catalyst bed 32 in contact with a oxidizing gas is made into

structure where diffusion of a oxidizing gas (oxygen) is made good and wastewater of produced water becomes easy.

[0049]Carbon is used as a base material and the catalyst beds 31 and 32 and the below-mentioned electrode layers 41 and 42 are common in that it is conductivity. So, in this Description, the catalyst beds 31 and 32 define it as what is contained in the electrode layers 41 and 42 as a part of electrode layers 41 and 42. The electrode layers 41 and 42 except the catalyst beds 31 and 32 are conductive porous layers of a positive/negative bilayer which joins to the solid polymer type electrolyte layer 2 where the catalyst beds 31 and 32 are formed in both sides, and pinches the solid polymer type electrolyte layer 2 from both sides. Each thickness of the electrode layers 41 and 42 except the catalyst beds 31 and 32 is about 100-400 micrometers.

[0050]The electrode layers 41 and 42 except the catalyst beds 31 and 32 need to be excellent in gas permeation nature so that fuel gas and a oxidizing gas can permeate the catalyst beds 31 and 32 easily. In order to achieve an operation as a conductive layer, it is necessary to excel also in electron conductivity. Then, after applying to the surface of the catalyst beds 31 and 32 a mixture which mixed a carbon staple fiber, a binding agent, and a carrier fluid object, and was made into paste state by the blade method, it is made to dry, and the electrode layers 41 and 42 except the catalyst beds 31 and 32 remove a carrier fluid object, and are formed.

[0051]Here, since it will become an obstacle when carrying out a fabricating operation to uneven shape later if a carbon staple fiber is not much long, it is desirable that it is moderate length and length has adopted a carbon staple fiber whose merits-and-demerits axial ratio is 1:5 to about 20 at about ten micrometers at this example. Although a dispersion type and dissolution type all are usable as a binding agent, in this example, a binding agent of a dispersion type acrylic emulsion system is adopted. So, although water is adopted as a carrier fluid object, since a binding agent does not remelt for moisture after desiccation, the electrode layers 41 and 42 except the catalyst beds 31 and 32 are formed stably. The mixing ratio of a carbon staple fiber, a binding agent, and a carrier fluid object is 95:5:100 about in a weight ratio. Although this mixing ratio is set up in consideration of

workability at the time of spreading, or status lacunaris after desiccation, the characteristic of the electrode layers 41 and 42 is influenced also with the same mixing ratio with form and a size of a carbon staple fiber and a binding agent. So, a number of the above-mentioned mixing ratio shows a temporary rule of thumb, and needs adjustment by a actual test result eventually.

[0052]As a general tendency, if a ratio of a carbon staple fiber is made to increase, it corresponds, and if quantity of a binding agent is not made to increase, either, intensity of the electrode layers 41 and 42 may fall and fear of exfoliation of material of the electrode layers 41 and 42 may arise. On the contrary, when there is much quantity of a binding agent, there is a possibility of electron conductivity falling, and also covering the catalyst beds 31 and 32 superfluously, and barring contact with gas. Since the mobility of a mixture will fall if there are too few carrier fluid objects, it is in a tendency for the workability of spreading activities and a surface disposition after desiccation to become inferior (the electrode layers 41 and 42 except the catalyst beds 31 and 32 are produced to a different body there, and). By methods, such as adhesion and heat pressing, it may join to the surface of the catalyst beds 31 and 32. So, the above-mentioned mixing ratio needs to be set up properly.

[0053]In order to distribute a carbon staple fiber good in water which is a carrier fluid object, it is desirable to dissolve a surface-active agent underwater. However, since it is necessary to keep a surface-active agent which remains in the electrode layers 41 and 42 from having an adverse effect on battery capacity, in this example, a non-ion system active agent is adopted as a surface-active agent, and it has added about 0.2weight % to the above-mentioned mixture.

[0054]When dissolution type polyvinylidene fluoride and a binding agent of a styrene system are adopted as a binding agent, it is common to use an organic solvent as a carrier fluid object, but it is also possible to use water for a carrier fluid object depending on a kind of binding agent to be used. In this example, thickness of the electrode layers 41 and 42 except the above catalyst beds 31 and 32 is formed in about 50-100 micrometers. The electrode layers 41 and 42 were thinly formed in this way because a shape retaining function was not required of the electrode layers 41 and 42, since a shape retaining

function was borne by the metallic nets 51 and 52 described below.

[0055]The metallic nets 51 and 52 are wire gauzes with a coarse eye which consists of SUS316 stainless steel of 100 micrometers of wire sizes, and an interval of a stainless steel wire which forms the metallic nets 51 and 52 is about 100-400 micrometers. The metallic nets 51 and 52 have the operation as a form supporter, and are joined to the surface of the two-electrodes layers 41 and 42 by thermo compression bonding in one. Under the present circumstances, a binding agent of the electrode layers 41 and 42 achieves a duty of adhesives of each metallic nets 51 and 52 and each electrode layers 41 and 42, and holds the metallic nets 51 and 52 to both sides of the two-electrodes layers 41 and 42, respectively.

[0056]When junction power of the metallic nets 51 and 52 to the electrode layers 41 and 42 is insufficient, if the above-mentioned binding agent is applied to a side joined to the electrode layers 41 and 42 of the metallic nets 51 and 52, sufficient junction power will be obtained. However, to apply carefully is required so that a binding agent may not form a film between eyes of the metallic nets 51 and 52, and if it seems that a film is formed, it is good to blow and break a film through air etc.

[0057]The power generation layer 1 which consists of the electrode layers 41 and 42 which contain the solid polymer type electrolyte layer 2 and the catalyst beds 31 and 32 as mentioned above, and the metallic nets 51 and 52 is formed. After an appropriate time, the power generation layer 1 is involved in a heating roller of a gear-like couple, and hot forming is carried out to corrugated panel-shaped uneven shape (corrugated form). It is also possible to perform simultaneously junction in the electrode layers 41 and 42 by heat pressing of the metallic nets 51 and 52 and a fabricating operation by hot press to corrugated panel-shaped uneven shape with two metallic molds which overheating-roll or counter [above-mentioned].

[0058]That is, the power generation layer 1 containing the solid polymer type electrolyte layer 2 and both ***** 41 and 42 has the metallic nets 51 and 52 as a form supporter with rigidity which is fabricated by corrugated panel-like uneven shape and holds this uneven shape. So, in order to hold uneven shape unlike a fuel cell of conventional technology, it is not necessary

to give the shape of special surface type to the separators 61 and 62, or to pinch a porous uneven shape attachment component between the power generation layer 1 and the separators 61 and 62.

[0059] Here, since two sides of the power generation layer 1 of the same length will be formed to a base which the separators 61 and 62 form if the power generation layer 1 is fabricated so that a vertical angle of uneven shape may be 60 degrees, for example, electric generating capacity of two times is acquired to the power generation layer 1 of flat plate shape. Thickness of the power generation layer 1 of uneven shape equivalent to an interval of the separators 61 and 62 is about 1.2 mm, and one side of the power generation layer 1 is about 1.2-2.3 mm.

[0060] The separators 61 and 62 which are septum components form the fuel gas chamber 10 where fuel gas, such as reformed gas containing hydrogen gas, circulates, respectively, and the oxidizing gas room 20 where oxidizing gases, such as air containing oxygen, circulate among each electrode layers 41 and 42. It is formed from a plate of SUS316 stainless steel, since corrosion resistance is high, it excels in endurance, and the separators 61 and 62 are cheap also in cost, and advantageous. Here, when corrosion resistance runs short by the oxidizing gas side in the separators 61 and 62, only a side in contact with a oxidizing gas is good for both sides to gold-plate very thinly.

[0061] Although carbon material which usually performed gas non-transmission processing now was used for material of the separators 61 and 62, since the material cost was expensive, by this example, a material cost adopted a cheap stainless steel plate. Since it is not necessary to form in parallel, and unlike the usual fuel cell or a fuel cell of conventional technology many slots can be used for the separators 61 and 62 while it has been monotonous, a conversion cost of the separators 61 and 62 is also cheap.

[0062] The separators 61 and 62 which are septum components contact the wrap metallic nets 51 and 52 in each electrode layers 41 and 42, respectively, pinch the power generation layer 1, and form one single cell (unit cell). When the separators 61 and 62 pinch the power generation layer 1, a gas-seal component keep two kinds of gas from being mixed with in the outer edge section, a spacing member for adjusting an interval of the separators 61 and 62, etc. are used. A join means of a bolt nut for each

piping for supply / discharge of gas, an electric connection terminal for extraction of generated electric power, etc. being attached, fixing the separators 61 and 62 and each component, and fixing each single cell to a specified position, etc. is also used.

[0063] Since it is so low that a generated voltage is less than 1V in one sheet, a single cell of a polymer electrolyte fuel cell assembled as mentioned above is used for a single cell of only number of sheets which produces voltage needed, laminating in series. Thus, when two or more single cells are laminated, as for a single cell which adjoins each other mutually, the separators 61 and 62 are shared mutually, and a small weight saving and reduction of internal resistance are achieved.

[0064] (Operation effect of Embodiment 1)
Since a polymer electrolyte fuel cell of this example is constituted as mentioned above, it demonstrates the following operation effects. First, in order to operate a polymer electrolyte fuel cell of this example, fuel gas which reformed natural gas etc. to the fuel gas chamber 10, and increased content of hydrogen gas is blown, and a oxidizing gas which is the air having contained oxygen is blown into the oxidizing gas room 20. Since a power generation reaction seldom progresses in that case if the power generation layer 1 is ordinary temperature, it is the purpose of carrying out temperature up of the temperature of the power generation layer 1 to about 80 **, and fuel gas and a oxidizing gas by which heating temperature up was carried out to some extent are blown.

[0065] Fuel gas blown into the fuel gas chamber 10 reaches the catalyst bed 31 which is a fuel electrode, passing along and diffusing the electrode layer 41 of between meshes of a net of the metallic net 51, and porosity, and is decomposed into a proton and an electron by the catalyst bed 31 ($H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$). A proton (H^+) produced in the catalyst bed 31 penetrates the solid polymer type electrolyte layer 2 with an ion permeation operation, and reaches the catalyst bed 32 which is an air pole of an opposite hand. On the other hand, oxygen has reached the catalyst bed 32 which is an air pole, being spread through the metallic net 52 and the electrode layer 42, this oxygen and proton combine in the catalyst bed 32, water is generated, and an electron is absorbed in that case ($1/2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$). Incidentally, an overall reaction which occurs with a polymer electrolyte fuel cell is a

reaction ($\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$) by which water is compounded from oxygen and hydrogen, and while suitable moisture for the solid polymer type electrolyte layer 2 is supplied, exhaust gas containing a steam is discharged from the oxidizing gas room 20.

[0066] So, an electron flows out of the catalyst bed 31, the electrode layer 41 and the metallic net 51 are passed in order, and it is outputted on predetermined voltage from the separator 61. And conversely, the metallic net 52 and the electrode layer 42 are passed to the catalyst bed 32 in order from the separator 62, and an electron flows into it. As a result, current is taken out from the separator 62 on predetermined voltage toward the separator 61, and a polymer electrolyte fuel cell comes to demonstrate a generation action.

[0067] It roughly divides into an effect acquired by a polymer electrolyte fuel cell of this example, and there are the following two in it. First, the 1st effect will be increase of a generation output per unit volume, and if it puts in another way, it will be a small weight saving of a polymer electrolyte fuel cell. Next, there is the 2nd effect by cheap-ization of a manufacturing cost of a polymer electrolyte fuel cell. That is, in a polymer electrolyte fuel cell of this example, the power generation layer 1 which consists of the electrode layers 41 and 42 containing the solid polymer type electrolyte layer 2 and the catalyst beds 31 and 32 has the metallic nets 51 and 52 as a form supporter with rigidity which is fabricated by uneven shape and holds this uneven shape. So, even if uneven shape holding structures, such as a projected rim, are not formed in the separators 61 and 62 which are septum components, uneven shape of the power generation layer 1, It is maintained at uneven shape as fabricated by a manufacturing process by the rigidity of the metallic nets 51 and 52 which are the form supporters which the power generation layer 2 has, i.e., rigidity which power generation layer 1 the very thing has.

[0068] As a result, it becomes unnecessary to provide a projected rim for holding uneven shape of the power generation layer 1 to the separators 61 and 62 which are septum components unlike the above-mentioned conventional technology, or to provide a form attachment component of porosity which pinches the power generation layer 1 from both sides, and holds the uneven shape, and is that the cost is cut down. Since a channel is narrowed by projected rim of the

separators 61 and 62 which are septum components, or contact with the power generation layer 1 and ring main decreases by a porous form attachment component and electric generating capacity of the power generation layer 1 does not decline, electric generating capacity per unit volume improves.

[0069] Since the power generation layer 1 is formed in corrugated panel-like uneven shape as mentioned above and area (power generation reaction area) of the power generation layer 1 has become two times of a project area, electric generating capacity per unit volume of two times of the usual polymer electrolyte fuel cell is acquired. Here, it is because it is easy for other uneven shape to form the power generation layer 1 in corrugated panel-like uneven shape compared with fabricating the power generation layer 1, and an effect that fabricating-operation cost is reduced is also acquired rather than fabricating to other uneven shape.

[0070] The metallic nets 51 and 52 with high conductivity have covered the surface of the electrode layers 41 and 42, and the electron which goes in and out to the catalyst beds 31 and 32 does not need to conduct an inside of the electrode layers 41 and 42 with comparatively low conductivity covering a long distance. That is, from some nearest metallic nets 51 and 52, conductivity passes along an inside of the high metallic nets 51 and 52, and conducts the catalyst beds 31 and 32 even in the separators 61 and 62. So, internal resistance of a polymer electrolyte fuel cell becomes small, and electric power comes to be more efficiently taken out from a polymer electrolyte fuel cell.

[0071] Therefore, it not only has a small light weight, but according to the polymer electrolyte fuel cell of this example, electric generating capacity per unit volume is higher, and it is effective in a manufacturing cost becoming more inexpensive.

(Modification mode 1 of Embodiment 1) As the modification mode 1 of this example, as shown in drawing 2, enforcement of a polymer electrolyte fuel cell joined to the surface of only the electrode layer 41 by the side of the fuel gas chamber 10 in one among the two-electrodes layers 41 and 42 is possible for the metallic net 51 as a form supporter.

[0072] In this modification mode, the metallic net 51 of 100 micrometers of wire sizes has caved in with heat pressing to the

50-micrometer-thick electrode layer 41. So, the metallic net 51 is joined to the electrode layer 41 by adhesion operation of a binding agent of the electrode layer 41 in one. Since the metallic net 51 is joined to the surface of only the electrode layer 41 by the side of the fuel gas chamber 10, there is no metallic net put to a oxidizing gas, and there are few worries about degradation by oxidization corrosion of the metallic net 51. So, inexpensive stainless steel etc. can be used in comfort as a material of the metallic net 51. Since there is no metallic net 52 by the side of the oxidizing gas room 20, the part and a manufacturing cost can be reduced.

[0073]Therefore, according to the polymer electrolyte fuel cell of this modification mode, it is effective in still more inexpensive manufacturing cost and long life being realizable, maintaining an effect of the above-mentioned Embodiment 1 mostly. (Modification mode 2 of Embodiment 1) As uneven shape of the power generation layer 1 is changed from corrugated panel form of Embodiment 1 and it is shown in drawing 4 and drawing 5 as the modification mode 2 of this example, enforcement of a polymer electrolyte fuel cell which is the three-dimensional corrugated panel form in the Miura fold is possible for uneven shape of the power generation layer 1.

[0074]Here, the Miura fold is a folding means of a flat surface folded up in three dimensions, without producing a burden of distortion by dividing a flat surface into a division of a congruent parallelogram mutually, and repeating crest folding and trough folding properly, as a development view is shown in drawing 3. Even if a flat surface folded up by the Miura fold takes which division among the flat surface, neither stretch nor compression produces it locally like how for it to be equivalent and fold up usual. Incidentally, the Miura fold is how to fold up a flat surface suggested by Professor Miura of the Institute of Space and Astronautical Science, and it is used in order to fold up and store a space structure of plane shape which has a large area like a solar panel to very narrow accommodation capacity at the tip of a launch rocket.

[0075]In this modification mode, as again shown in drawing 4 and drawing 5, the fuel gas chamber 10 and the oxidizing gas room 20 which are the channels of fuel gas and a oxidizing gas have bent in complicated clothes basket (** face) crease form. That is, the power generation layer 1 is compressed

length and horizontally, and a project area is small so that drawing 3 which is a development view, and drawing 4 which is the top views in the state where left a channel and it was folded up may be compared and understood. For example, supposing a vertical size is folded up to one fourth and a horizontal size is folded up to one half, as for power generation reaction area, a project area will be compressed into one eighth as it is.

[0076]Since a channel (fuel gas chamber 10) of fuel gas and a channel (oxidizing gas room 20) of a oxidizing gas are making JIGUZAKU clothes basket (** face) crease form, a flow of fuel gas and a flow of a oxidizing gas which are usually laminar flow are disturbed, and it becomes easy to generate a turbulent flow. So, since fuel gas and a oxidizing gas of the two-electrodes layers 41 and 42 always fresh to each surface of the power generation layer 1 come to contact, electric generating capacity improves further.

[0077]Therefore, since according to the polymer electrolyte fuel cell of this modification mode electric generating capacity per unit volume increases by leaps and bounds and increase of a figure single [about] is expected, an effect of a small weight saving is also dramatically large. Since elastic modification of the power generation layer 1 is not required, also when there is almost no elasticity in the power generation layer 1, there is an effect that a fabricating operation to this kind of uneven shape can be performed in three-dimensional corrugated panel form not only in it but the Miura fold.

[0078]Since it is very hard to carry out buckling of the three-dimensional corrugated panel form in the Miura fold to a compression pressure from the separators 61 and 62 which are the septum components of both sides as again shown in drawing 5, strength of structure and its rigidity improve greatly. So, since sufficient rigidity strength is obtained even if it becomes unnecessary to attach and reinforce a reinforcing rib etc. at the separators 61 and 62 and the separators 61 and 62 are monotonous, it is effective in becoming possible to reduce a manufacturing cost of the separators 61 and 62.

[0079](Modification mode 3 of Embodiment 1) As the modification mode 3 of this example, as shown in drawing 6, enforcement of a polymer electrolyte fuel cell which it has in the separators 61 and 62 which have a height along each channel of fuel gas and a oxidizing

gas in Embodiment 1 is also possible. In this modification mode, the purpose which formed a height in the separators 61 and 62 will make not only heights of the power generation layer 1 which carried out not form maintenance of the power generation layer 1 but corrugated panel-like uneven shape but a crevice contact in the separators 61 and 62, and will raise current collection nature. Namely, electric conduction distance which current collection takes will become half, and this modification mode will aim at halving internal resistance and battery capacity improving, if a part of separators 61 and 62 collect a current also in contact with a crevice of the power generation layer 1. Naturally, a height of the separators 61 and 62 may be a component of batten plate shape which was formed somewhat thinly so that the fuel gas chamber 10 and the oxidizing gas room 20 might seldom be narrowed, and was extremely stood at right angles to a flat surface of the separators 61 and 62.

[0080] Since it is a product made from stainless steel like the separators 61 and 62 of Embodiment 1 in the separators 61 and 62, it is desirable in cost to produce by press working of sheet metal. However, a height is manufactured as a separate part and you may join in the plate-like separators 61 and 62 by solder attachment, welding, insertion, etc.

(Modification mode of others of Embodiment 1) Although the metallic nets 51 and 52 were adopted as a form supporter in Embodiment 1 as a modification mode of others of this example, Enforcement of a polymer electrolyte fuel cell which replaced with a metallic net and joined metal porous plates, metal nonwovens, or a metal fiber to the surface of the electrode layers 41 and 42 in one is also possible. A operation effect almost equivalent to Embodiment 1 is obtained by this modification mode. Enforcement of a modification mode which is equivalent to the modification modes 1-3 to Embodiment 1 also to this modification mode is possible, and almost same operation effect is obtained also in each modification mode.

[0081] Enforcement of a polymer electrolyte fuel cell for which a resin network, a porous plate made of resin, a nonwoven made of resin, or a resin fiber was joined to the surface of the electrode layers 41 and 42 in one is also possible as a form supporter of the above-mentioned Embodiment 1 further replaced with the metallic nets 51 and 52 as other modification modes. A operation effect

almost equivalent to Embodiment 1 is obtained by this modification mode.

Enforcement of a modification mode which is equivalent to the modification modes 1-3 to Embodiment 1 also to this modification mode is possible, and almost same operation effect is obtained also in each modification mode.

[0082] When resin which constitutes a form supporter is thermosetting resin, it is desirable to use thermosetting resin which can be hardened at about 120 °C which a perfluoro sulfonic acid polymer which forms the solid polymer type electrolyte layer 2 softens. Or when resin which constitutes a form supporter is thermoplastics, it is desirable to use thermoplastics which is softened and can be fabricated at about 120 °C which the solid polymer type electrolyte layer 2 softens. As for fabricating operation temperature, in any case, it is desirable to perform the characteristic of the solid polymer type electrolyte layer 2 below 165 °C which begins degradation.

[0083] [Embodiment 2]

(Composition of Embodiment 2) As shown in drawing 7, it differs from Embodiment 1 in that it contains [layers / 41 and 42 / two-electrodes] in the metallic nets 51 and 52 as a form supporter, respectively, and it is the same as Embodiment 1 in respect of others. [of a polymer electrolyte fuel cell as Embodiment 2 of this invention]

[0084] A process until the catalyst beds 31 and 32 are formed in both sides of the solid polymer type electrolyte layer 2 as for a manufacturing method of a polymer electrolyte fuel cell of this example is the same as that of Embodiment 1. After an appropriate time, a paste which carbon particulates and a binding agent are dissolving or distributing on a solvent or a carrier fluid object is applied by techniques, such as screen-stencil or blade printing, from on the metallic nets 51 and 52 put on the surface of the electrode layers 41 and 42. And if a solvent or a carrier fluid object evaporates, carbon particulates will be formed in the electrode layers 41 and 42 which are the porous bodies mutually combined with a binding agent, and, naturally will be formed in the inside including the metallic nets 51 and 52 in the electrode layers 41 and 42. a wire size of a stainless steel wire formed in each metallic nets 51 and 52 differs from Embodiment 1 -- each electrode layers 41 and 42 -- it is selected thinly below at thickness (50 micrometers).

[0085]After the power generation layer 1 is formed as mentioned above, the power generation layer 1 of a point which a fabricating operation is carried out to corrugated panel-like uneven shape, and is pinched by the separators 61 and 62 is the same as that of Embodiment 1.

(Operation effect of Embodiment 2) In this example, since it is allocated near the catalyst beds 31 and 32 in the metallic nets 51 and 52 which are form supporters and is selectively in contact, conductivity outstanding between the catalyst beds 31 and 32 and the metallic nets 51 and 52 is obtained. Since it is close in the metallic nets 51 and 52 even near the surface of the separators 61 and 62 and may be mutually in contact selectively also with a line of contact of the separators 61 and 62 and the power generation layer 1, conductivity outstanding between the metallic nets 51 and 52 and the separators 61 and 62 is obtained. As a result, since conductivity outstanding between the catalyst beds 31 and 32 and the separators 61 and 62 is obtained, internal resistance decreases, and a loss by Joule heat decreases, and the power generation characteristic of a polymer electrolyte fuel cell is equivalent to Embodiment 1, or improves more than it.

[0086]About other points, a operation effect of the above-mentioned Embodiment 1 and same operation effect are obtained.

(Modification mode 1 of Embodiment 2) Enforcement of a polymer electrolyte fuel cell with which it replaces with a metallic net as a form supporter, and metal porous plates, metal nonwovens, or a metal fiber is adopted like the first portion of a modification mode of others to the above-mentioned Embodiment 1 as the modification mode 1 of this example is possible. The almost same operation effect as the above-mentioned Embodiment 2 is obtained by this modification mode.

[0087](Modification mode 2 of Embodiment 2) Enforcement of a polymer electrolyte fuel cell with which it replaces with the metallic nets 51 and 52, and thermoplastics as a form supporter is added by the electrode layers 41 and 42 as the modification mode 2 of this example is possible. That is, in this modification mode, the electrode layers 41 and 42 are formed in the surface of the catalyst beds 31 and 32 by a replica method using paste state ink which mixed a thermoplastic resin fiber, a carbon staple fiber, a binding agent, and a carrier fluid object. A polyethylene film is used for a film

for transfer. It may change to a replica method and the above-mentioned ink may be applied to the surface of the catalyst beds 31 and 32. A method of spreading is good also by screen printing, and good also by the blade method.

[0088]Under the present circumstances, resin which forms a thermoplastic resin fiber has a good wettability with a carrier fluid object or a binding agent, and selects resin softened at temperature which is about 120 ** which the solid polymer type electrolyte layer 2 softens. As such resin, polyethylene is mentioned, for example. In this way, after the plate-like power generation layer 1 is formed, where it carried out temperature up to temperature which is about 120 ** which the solid polymer type electrolyte layer 2 softens and a thermoplastic resin fiber is also softened, the power generation layer 1 is formed in corrugated panel-like uneven shape like Embodiment 1 or Embodiment 2. As a result, a polymer electrolyte fuel cell which adopted the power generation layer 1 which has in an inside the electrode layers 41 and 42 having contained a thermoplastic resin fiber as a form supporter is manufactured.

[0089]In this modification mode, since a thermoplastic resin fiber does not have electrical conductivity unlike a metallic net, internal resistance of a polymer electrolyte fuel cell tends to increase rather for how many minutes. However, since the plasticity of the electrode layers 41 and 42 which cannot usually change most easily in the power generation layer 1 improves so that the following modification mode 3 and the modification mode 4 may explain, shaping to uneven shape in which the power generation layer 1 carries out elastic modification is also effective in becoming possible.

[0090]Enforcement of a polymer electrolyte fuel cell fabricated and stiffened at temperature which is about 120 ** which replaces with thermoplastics, and adopts thermosetting resin as a resin material which forms a resin fiber as further modification mode of this modification mode, and the solid polymer type electrolyte layer 2 softens is also possible.

(Modification mode 3 of Embodiment 2) As the modification mode 3 of this example, as shown in drawing 8 (top view) and drawing 9 (sectional view), uneven shape with which the power generation layer 1 is fabricated, Enforcement of a polymer electrolyte fuel cell which is the mesh shape uneven shape which

a crevice and heights adjoined each other mutually and was allocated by square mesh shape is possible. In this modification mode, a resin fiber which consists of thermoplastics or thermosetting resin as a form supporter is contained in an internal configuration of the power generation layer 1 like the modification mode 2 of the above-mentioned Embodiment 2.

[0091]So, although a fabricating operation is performed to a metallic mold of a couple with which unevenness counters mutually on both sides of the power generation layer 1, a metallic mold in that case and temperature of the power generation layer 1 are not less than 120 ** which is the softening temperature of the solid polymer type electrolyte layer 2, and less than 165 ** which is the deterioration temperature of the solid polymer type electrolyte layer 2. When a resin fiber consists of thermoplastics, it cools the whole metallic mold after shaping, inserted into a metallic mold for molding, and the above-mentioned uneven shape is given to a thermoplastic resin fiber as a form supporter. When a resin fiber consists of thermosetting resin, the above-mentioned uneven shape is given to a thermosetting resin fiber as waiting and a form supporter for the resin hardening and becoming hard, inserted into a metallic mold for molding.

[0092]It not only says that surface area (reaction surface product) of the power generation layer 1 per unit project area only increases, but it is not decided in this modification mode that the direction of a channel of fuel gas and a oxidizing gas will be a meaning. Namely, since a flow direction of ring main can be mutually set up in the arbitrary directions, fuel gas and a oxidizing gas can be passed in the direction which intersects perpendicularly mutually. Then, since a channel of fuel gas in an outer edge section of a polymer electrolyte fuel cell and a channel of a oxidizing gas can be divided and made, passage constitution as a system of a polymer electrolyte fuel cell becomes simple.

[0093]Therefore, according to this modification mode, it is effective in manufacture of a solid polymer type fuel cell system becoming easily and inexpensive. In this modification mode, a point that contact with the electrode layers 41 and 42 of the power generation layer 1 and the separators 61 and 62 becomes close to point contact, and internal resistance of a polymer electrolyte fuel cell becomes still higher is inconvenient. Then, it is good to apply conductive bonding

agents (thermosetting resin containing the end of silver dust, etc.) to a point of contact of the electrode layers 41 and 42 and the separators 61 and 62 as the measure, and to increase a touch area.

[0094](Modification mode 4 of Embodiment 2) As the modification mode 4 of this example, as shown in drawing 10 (top view) and drawing 11 (sectional view), enforcement of a polymer electrolyte fuel cell by which the fabricating operation is carried out to mesh shape uneven shape which a crevice and heights of the power generation layer 1 adjoined each other mutually, and was allocated by triangular mesh shape is also possible. Also in this modification mode, a resin fiber which consists of thermoplastics or thermosetting resin as a form supporter is contained in an internal configuration of the power generation layer 1 like the modification mode 2 of the above-mentioned Embodiment 2.

[0095]Also in this modification mode, the same operation effect as the modification mode 3 of above-mentioned this example is obtained.

(Modification mode 5 of Embodiment 2) As the modification mode 5 of this example, enforcement of a polymer electrolyte fuel cell which replaced with a resin fiber and adopted a resin network, a porous plate made of resin, a nonwoven made of resin, etc. as a form supporter is possible in above-mentioned Embodiment 2 and its modification modes 1-4. The almost same operation effect as the above-mentioned Embodiment 2 and its modification modes 1-4 is obtained by this modification mode.

[0096](Modification mode 6 of Embodiment 2) Enforcement of a polymer electrolyte fuel cell with which the power generation layer 1 is fabricated by three-dimensional corrugated panel form in the Miura fold is possible like the modification mode 2 of the above-mentioned Embodiment 1 as the modification mode 6 of this example. The almost same operation effect as the modification mode 2 of the above-mentioned Embodiment 1 is obtained by this modification mode.

[0097][Embodiment 3]

(Composition of Embodiment 3) A polymer electrolyte fuel cell as Embodiment 3 of this invention has the function to hold corrugated panel-like uneven shape to catalyst bed 31' and 32' itself including a resin fiber (thermoplastics or thermosetting resin) as a form supporter in both the catalyst beds 31

and 32, as shown in drawing 12.

[0098]That is, it consists of a catalyst (thing which made carbon support platinum or its alloy), an electrolyte (perfluoro sulfonic acid polymer), a conducting material (carbon material of good conductivity, such as graphite and carbon black), and a resin fiber as a form supporter in the catalyst beds 31 and 32. It is a porous body so that gas can be spread good in the catalyst beds 31 and 32.

[0099]On the other hand, addition impregnation of PTFE

(polytetrafluoroethylene) resin, the carbon black, etc. is carried out in the electrode layers 41 and 42 at carbon textiles or a carbon nonwoven fabric, and it is formed.

(Operation effect of Embodiment 3) In a polymer electrolyte fuel cell of this example, since there are catalyst bed 31' and a function to hold corrugated panel-like uneven shape to 32' itself, the almost same operation effect as Embodiment 1 and Embodiment 2 is obtained.

[0100](Modification mode 1 of Embodiment 3) this example -- modification -- a mode -- one -- ***** -- a catalyst bed -- 31 -- ' -- 32 -- ' -- being enough -- conductivity -- it is -- a case -- **** -- a catalyst bed -- 31 -- ' -- 32 -- ' -- removing -- an electrode -- a layer -- 41 -- " -- 42 -- " -- omitting -- a catalyst bed -- 31 -- ' -- 32 -- ' -- a separator -- 61 -- 62 -- direct contact -- carrying out -- it may make . According to this modification mode, a part, material cost, and process cost omissible in the electrode layers 41 and 42 are also reduced, and it is effective in a manufacturing cost being reduced. There is not only it but an effect that the further improvement in electric generating capacity is expectable since fuel gas and a oxidizing gas touch directly in the catalyst beds 31 and 32, respectively and it permeates.

[0101](Modification mode of others of Embodiment 3) In above-mentioned Embodiment 3 and its modification mode 1, since a resin fiber is contained in the catalyst beds 31 and 32 and the power generation layer 1 has elasticity under predetermined conditions, uneven shape of the power generation layer 1 is limited to neither corrugated panel form nor three-dimensional corrugated panel form in the Miura fold again. That is, it is also possible to fabricate the power generation layer 1 to mesh shape uneven shape which a crevice and heights adjoined each other mutually and was allocated by mesh shape of a triangle or a quadrangle like the modification mode 3 of

Embodiment 2 and the modification mode 3. In that case, the almost same operation effect as each modification mode to which uneven shape corresponds is obtained.

[0102][Embodiment 4]

(Composition of Embodiment 4) As a polymer electrolyte fuel cell as Embodiment 4 of this invention is shown in drawing 13, a form supporter is contained in solid polymer type electrolyte layer 2', and solid polymer type electrolyte layer 2' is bearing a function to hold uneven shape fabricated in the shape of a corrugated panel.

[0103]That is, an electrolyte alcohol solution of a perfluoro sulfonic acid polymer and powder of PTFE which is fluororesin were first mixed at a predetermined rate. After an appropriate time, bipolar membrane which consists of a porosity form supporter which consists of PTFE by the cast method, and a solid polymer type electrolyte which buries the pore was produced. Thickness of this bipolar membrane is about 100 micrometers. And the electrode layers 41 and 42 which contain the catalyst beds 31 and 32 in solid polymer type electrolyte layer 2' which is this bipolar membrane by the same method as Embodiment 1 were formed.

[0104](Operation effect of Embodiment 4) In this example, since a shape retaining function is given to solid polymer type electrolyte layer 2' itself, the electrode layers 41 and 42 containing the catalyst beds 31 and 32 are formed with emphasis on gas diffusion nature and a current collection function. As a result, according to this example, though it is inexpensive, it is effective in manufacture of a polymer electrolyte fuel cell excellent in electric generating capacity being attained.

[0105](Various modification modes of Embodiment 4) Enforcement of a modification mode which fabricated the power generation layer 1 to mesh shape uneven shape equivalent to a modification mode which fabricated the power generation layer 1 also about this example in three-dimensional corrugated panel form in the Miura fold corresponding to the modification mode 2 of Embodiment 1, and the modification mode 3 and the modification mode 4 of Embodiment 2 is possible.

[0106]It is possible by giving high conductivity to not only it but the electrode layers 41 and 42 to reduce internal resistance and to raise electric generating capacity. It is possible to reduce internal resistance and to raise electric generating capacity at the same

time similarly it omits the electrode layers 41 and 42 and improves the reactivity of a cell by giving the catalyst bed 31 and 32 the very thing high conductivity.

[0107] There is a tendency for the almost same operation effect as the various above-mentioned corresponding modification modes to be obtained by these various modification modes.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional view showing the composition of the polymer electrolyte fuel cell as Embodiment 1

[Drawing 2] The sectional view showing the polymer electrolyte fuel cell of the modification mode 1 of Embodiment 1

[Drawing 3] The development view of the Miura fold which forms the power generation layer of the modification mode 2 of Embodiment 1

[Drawing 4] The top view showing the uneven shape of the power generation layer of the modification mode 2 of Embodiment 1

[Drawing 5] The sectional view showing the polymer electrolyte fuel cell of the modification mode 2 of Embodiment 1

[Drawing 6] The perspective view showing the form of the separator of the modification mode 3 of Embodiment 1

[Drawing 7] The sectional view showing the composition of the polymer electrolyte fuel cell as Embodiment 2

[Drawing 8] The top view showing the uneven shape of the power generation layer of the modification mode 3 of Embodiment 2

[Drawing 9] The sectional view showing the polymer electrolyte fuel cell of the modification mode 3 of Embodiment 2

[Drawing 10] The top view showing the uneven shape of the power generation layer of the modification mode 4 of Embodiment 2

[Drawing 11] The sectional view showing the polymer electrolyte fuel cell of the modification mode 4 of Embodiment 2

[Drawing 12] The sectional view showing the composition of the polymer electrolyte fuel cell as Embodiment 3

[Drawing 13] The sectional view showing the composition of the polymer electrolyte fuel cell as Embodiment 4

[Drawing 14] The sectional view showing the concept of the usual polymer electrolyte fuel cell

[Explanations of letters or numerals]

1: Power generation layer
2, 2': Solid polymer type electrolyte layer (perfluoro sulfonic acid polymer film)

31, 32, 31, 32: Catalyst bed (porous layer which supported platinum)

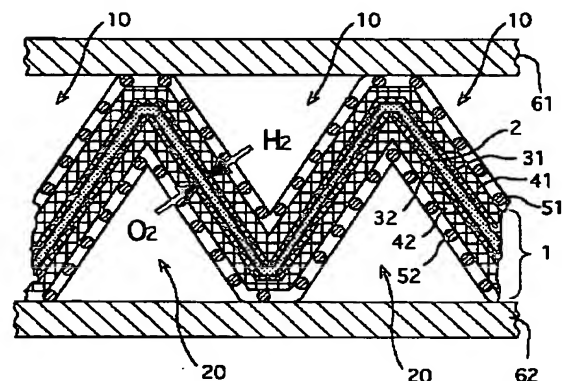
41, 42, 41, 42, 41, 42: Electrode layer (porous layer which uses carbon as the main ingredients)

51, 52, 51, 52: Metallic net (as a form supporter)

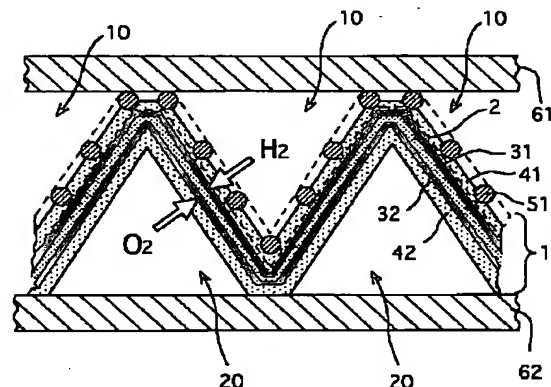
10: Fuel gas chamber 20: oxidizing gas room

61, 62, 61, 62: Separator (as a septum component)

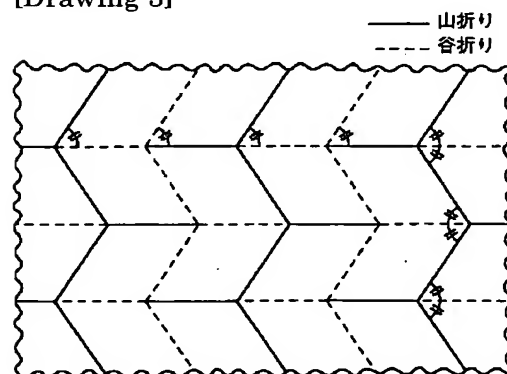
[Drawing 1]



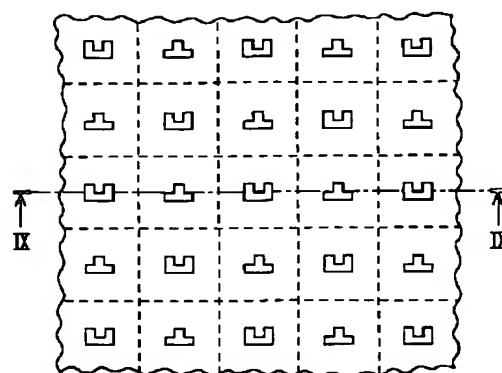
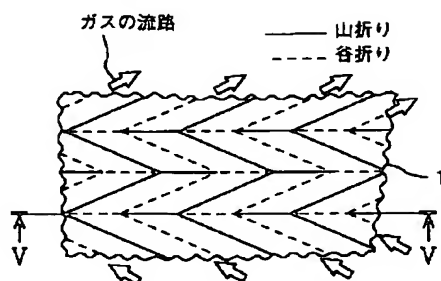
[Drawing 2]



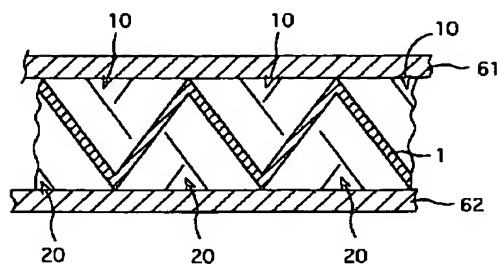
[Drawing 3]



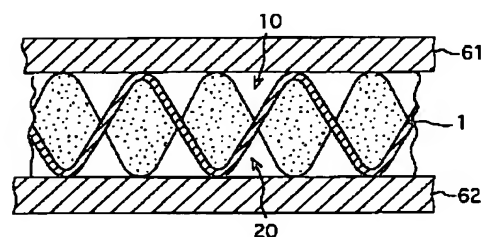
[Drawing 4]



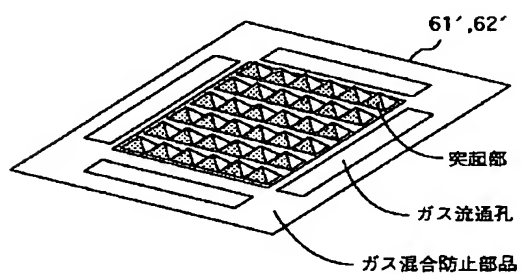
[Drawing 5]



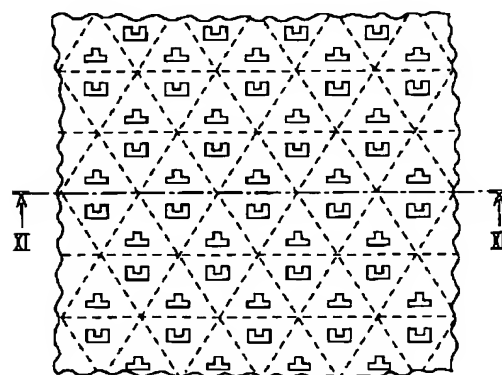
[Drawing 9]



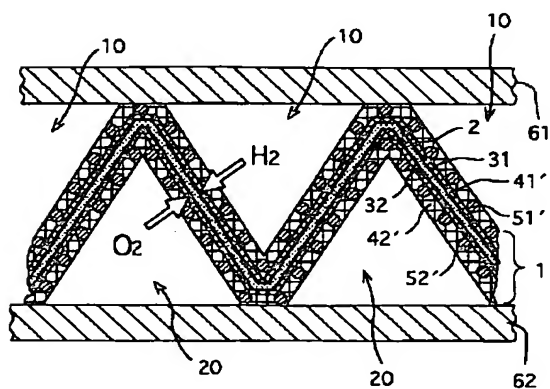
[Drawing 6]



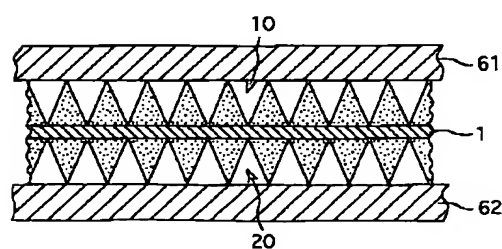
[Drawing 10]



[Drawing 7]

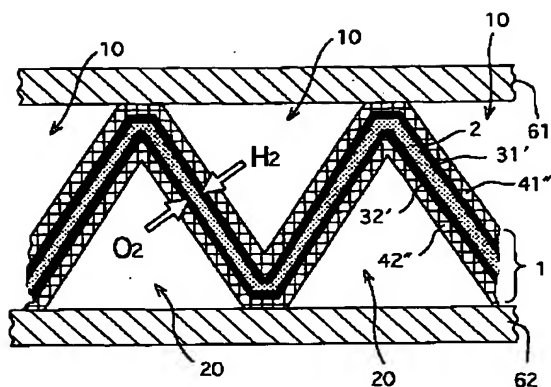


[Drawing 11]

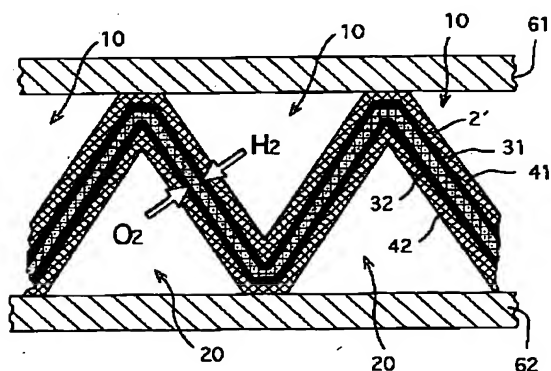


[Drawing 8]

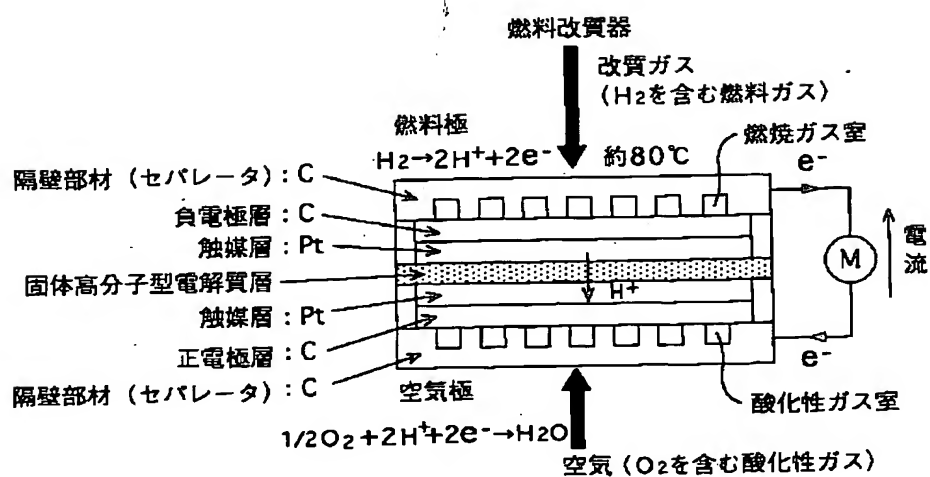
[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Drawing 14]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-224677

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月17日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 M 8/02
4/86
8/10H 0 1 M 8/02
4/86
8/10E
M

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平10-28491

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月10日

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 山口 五和

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 岡本 邦夫

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 羽深 清一

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 弁理士 大川 宏

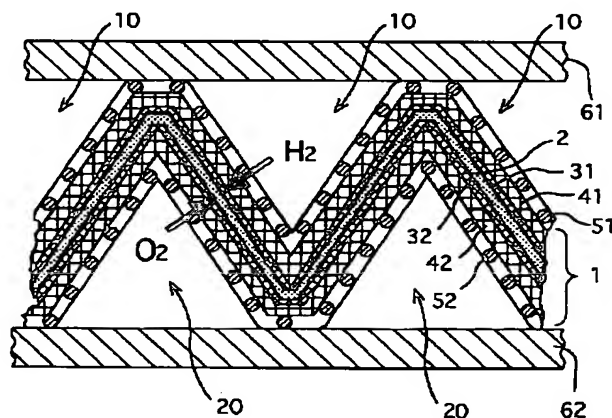
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体高分子型燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 単位体積当たりの発電能力がより高く、製造コストがより安価な固体高分子型燃料電池を提供すること。

【解決手段】 本発明の固体高分子型燃料電池は、水素イオンを透過するフィルム状の固体高分子型電解質層2と、同層2を両側から挟持し触媒層31、32を含む正負二層の導電性の電極層41、42と、電極層41、42の両側の表面に一体に接合された金属網51、52とからなる発電層1を有する。発電層1は、金属網51、52の形状保持機能により、波板状の凹凸形状に成形されており、両側からセパレータ61、62に挟持されている。セパレータ61、62との間に形成される燃料ガス室10および酸化性ガス室20に接触する発電層1の表面積が増大するので、発電能力が向上する。また、セパレータ61、62はステンレス鋼製の平板で済むので、製造コストが安価になる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】所定のイオンを透過するフィルム状の固体高分子型電解質層と、

この固体高分子型電解質層の両側にそれぞれ設けられた導電性の電極層と、

これらそれぞれの電極層に対向してこれらの電極層との間にそれぞれ燃料ガス室および酸化性ガス室を形成する隔壁部材と、を有する固体高分子型燃料電池であって、前記固体高分子型電解質層および前記電極層は、凹凸形状に成形されており、かつ、この凹凸形状を保持する剛性をもつ形状保持体を有することを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項 2】前記形状保持体は、前記両電極層のうち少なくとも一方の表面に一体的に接合されている請求項 1 記載の固体高分子型燃料電池。

【請求項 3】前記両電極層のうち少なくとも一方は、前記形状保持体を含む請求項 1 記載の固体高分子型燃料電池。

【請求項 4】前記固体高分子型電解質層は、前記形状保持体を含む請求項 1 記載の固体高分子型燃料電池。

【請求項 5】前記形状保持体は、金属網、金属製多孔質板、金属製不織紙および金属繊維のうちいずれかで形成されている請求項 2～3 のうちいずれかに記載の固体高分子型燃料電池。

【請求項 6】前記形状保持体は、樹脂網、樹脂製多孔質板、樹脂製不織紙、樹脂粉末および樹脂繊維のうちいずれかで形成されている請求項 2～4 のうちいずれかに記載の固体高分子型燃料電池。

【請求項 7】前記凹凸形状は、波板形状、三浦折りによる三次元波板形状、および凹部と凸部とが互いに隣り合って三角形または四角形の網目状に配設された網目状凹凸形状のうちいずれかである請求項 1 記載の固体高分子型燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体高分子型燃料電池〔略称 P E F C (Polymer Electrolyte Fuel Cell)、高分子電解質型燃料電池ともいう〕の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】一般に燃料電池とは、電解質を含む電解質層を挟んでその両面に接合された両電極部に、それぞれ燃料ガスおよび酸化性ガスなどの別種の反応物質を供給して各電極上で化学反応させることにより起電力を得る一種の発電機である。ただし、通常の発電機とは異なり、燃料電池の内部には機械的または力学的に動作する部分がなく、化学反応だけによる発電が行われる。また、通常の化学電池とも異なって、反応物質が外部から連続的に供給され、生成物が外部へ連続的に排出されるので、極めて長時間の連続運用が可能であり、充電の必

要もない。

【0003】燃料電池にはいくつかの種類があるが、それらのうち固体高分子型燃料電池は運用温度が通常 100℃以下と低いので起動時間が短くて済むばかりではなく、出力密度が約 3 kW/m² と高いので小型軽量化が可能であるという優れた利点を有する。それゆえ、ハイブリッド型を含む電気自動車の電源電池として、固体高分子型燃料電池が最も有望視されており、各所で鋭意に研究開発が行われている。

10 【0004】固体高分子型燃料電池は、図 14 に示すように、プロトンイオン (H⁺) を透過するイオン交換高分子電解質を含む固体高分子型電解質層と、同層を両側から挟持し触媒層を担持する正負の電極層と、両電極層を挟持する隔壁部材 (セパレータ) とを有する。両隔壁部材と両電極層との間には、それぞれ燃料ガス室と酸化性ガス室とが形成されており、両室それぞれに、水素を含む改質ガス等の燃料ガスと、酸素を含む空気などの酸化性ガスとが、外部から供給される。そして、両室からそれぞれ水素ガスと酸素ガスとの供給を受けた両触媒層で化学反応が起こり、固体高分子型電解質層を透過して正の電荷をもったプロトンが、負電極層側から正電極層側へと移動するので起電力が生じ、発電作用が起こる。その結果、固体高分子型燃料電池から電力が発生するので、同電力を導電性の隔壁部材を介して外部へ取り出してモータ M 等を駆動することができる。

20 【0005】ここで、固体高分子型電解質層と正負の電極層とを含み発電作用を有する層のことを、「発電層」と呼ぶことにする。固体高分子型燃料電池の発電能力は、供給される燃料ガスおよび酸化性ガスの量を一定とすれば、両ガスを電気エネルギーに変換する発電層の単位面積あたりに固有の性能 (電極効率) と、発電層の総面積とにより、基本的に定まる。それゆえ、両ガスが十分に供給される場合には、発電層の総面積 (反応面積) が大きいほど、発電される電気エネルギーの量は増大する。したがって、電極効率が一定であれば、出力を増大させるためには反応面積を増大させることが必要であるから、固体高分子型燃料電池の大きさ (容積) は、出力にほぼ比例して増大することになる。

30 【0006】一方、電気自動車に搭載する目的等で開発される固体高分子型燃料電池は、小型軽量でありながら、より大きな発電能力をもつことが要求される。前述のように、固体高分子型燃料電池の大きさは出力にほぼ比例して増大するから、小型軽量でありながら大出力を得るというこの要求は、二律背反する要求であることが容易に分かる。

50 【0007】このような要求に応える従来技術としては、たとえば特開平 4 - 1 5 4 0 4 7 号公報に開示された構成の燃料電池がある。同公報には、互いに対向する隔壁部材 (セパレータ) に互いに平行に突条を設け、一方の隔壁部材の突条 (リブ) が他方の隔壁部材の突条間

の溝に係合するようにして、両隔壁部材の突条で発電層の形状が波板状に保持される燃料電池（従来技術 1）が開示されている。この燃料電池では、突条に直交する方向に発電層が折り畳まれて短くなり、単位長さあたりの反応面積が増大するので、燃料電池の単位体積当たりの発電能力が向上する旨が効果としてうたわれている。

【0008】同公報にはまた、両側の隔壁部材（ならびに燃料ガス室および酸化性ガス室）と発電層との間に、互いに平行な台形状の突条をもつ多孔質の形状保持部材を介在させ、この形状保持部材が互いに係合して発電層を挟持する燃料電池（従来技術 2）も開示されている。そして、この燃料電池によっても、前述の燃料電池と同様の理由で、燃料電池の単位体積当たりの発電能力が向上する旨が、効果としてうたわれている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述の従来技術 1 では突条付きの隔壁部材（セパレータ）が必要とされ、前述の従来技術 2 では突条が形成された形状保持部材が必要とされるので、構造が複雑になってしまう。そればかりではなく、発電層も上記突条の位置に合わせて加工する必要があるので、発電層についても高精度での加工が必要とされる。それゆえ従来技術では、隔壁部材または形状保持部材と発電層との両方の加工工数が増大し、燃料電池の製造コストが高くなってしまいう不都合が生じる。

【0010】また、前述の従来技術 1 においては、隔壁部材に形成されている突条が存在するので、燃料ガスの流路（燃料ガス室）および酸化性ガスの流路（酸化性ガス室）が狭められ、実効流路が狭くなってしまいう不都合がある。その結果、せっかく表面積が増した発電層の発電能力が低下してしまう恐れがある。さらに、前述の従来技術 2 においては、多孔質の形状保持部材を必要とするので、発電層の表面が直接に燃料ガスおよび酸化性ガスの流路と接触せず発電効率が低下するうえに、部品点数が増加し製造コストが高くなってしまいう。そして、多孔質の形状保持部材が発電層の両側の電極層の全面に当接しているので、形状保持部材にはかなり高い開孔度をもつ多孔質材を使用しないと、発電効率の低下がさらに大きくなってしまいうことは避けられない。かといって開孔度が非常に大きな多孔質材から隔壁部材を形成すると、隔壁部材が加工時に割れたり欠けたりする恐れが大きくなり、製品の歩留まり率が下がるので製造コストがさらに増大する。

【0011】そこで本発明は、単位体積当たりの発電能力がより高く、製造コストがより安価な固体高分子型燃料電池を提供することを解決すべき課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、発明者は以下の手段を発明した。

（第 1 手段）本発明の第 1 手段は、請求項 1 記載の固体

高分子型燃料電池である。ここで、両電極層は、カーボンなどからなる導電性の多孔体から形成されており、ガス拡散性と導電性との役割を担っている。固体高分子型燃料電池では、固体高分子型電解質層と接触して、白金等の触媒を担持している触媒層が形成されているのが普通である。

【0013】この触媒層は、固体高分子型電解質層の両側の表面に接合して形成されるのが普通であり、電極層とは別の工程で形成されることが多いが、本明細書中では、触媒層は電極層の一部として電極層に含まれるものと定義する。言い換えれば、固体高分子型電解質層の両面に密着しており、触媒を担持している導電性の層のことを、電極層と呼ぶものと定義する。電極層では、触媒の作用によって、100℃以下の比較的低温でも発電反応が起こるようになっている。そこで、定義が同じであれば、電極層を触媒層と言い換えても差し支えない。

【0014】また、本明細書においては、形状保持体をも含めて固体高分子型電解質層および両電極層（触媒層をも含む）からなる多層体のことを、発電層と呼ぶことにする。本手段では、固体高分子型電解質層および電極層からなる発電層は、凹凸形状に成形されており、かつ、この凹凸形状を保持する剛性をもつ形状保持体を有する。それゆえ、隔壁部材に突条等の凹凸形状保持構造物が形成されていなくても、発電層の凹凸形状は、発電層が有する形状保持体の剛性、すなわち発電層自体のもつ剛性によって、製造過程で成形された通りの凹凸形状に保たれる。

【0015】その結果、前述の従来技術とは異なり、隔壁部材に発電層の凹凸形状を保持するための突条を設けたり、発電層を両側から挟持してその凹凸形状を保持する多孔質の形状保持部材を設けたりする必要がなくなり、コストダウンになる。また、隔壁部材の突条によって流路が狭められたり、多孔質の形状保持部材によって発電層と両ガスとの接触が少なくなったりして、発電層の発電能力が低下してしまうこともないので、単位体積当たりの発電能力が向上する。

【0016】したがって本手段によれば、単位体積当たりの発電能力がより高く、製造コストがより安価な固体高分子型燃料電池を提供することが可能になるという効果がある。なお、本手段においても、通常の燃料電池と同様に、隔壁部材を導電性のセパレータとして使用し、単位セル（単電池＝一層の燃料電池）を直列に積層して、発電電圧を高めることができる。むしろ、このように固体高分子型燃料電池の単位セルを積層して燃料電池を構成することの方が、普通に行われることであって望ましいことでもある。

【0017】また、隔壁部材の剛性を向上させる目的で、隔壁部材の表面に補強リブを設けても構わない。補強リブは突条の一種ではあるが、従来技術 1 の発電層の形状保持を目的とした突条とは異なって、寸法が小さく

て済む。それだけではなく、発電層の凹凸形状の凹部の全てに対して補強リブを形成する必要はないので、補強リブの数も少なく済む。それゆえ、隔壁部材の製造コストはあまり増大しない。そのうえ、発電層の凹凸形状の凹部の全てに補強リブが係合する必要もないので、寸法精度もあまり要求されず、発電層と隔壁部材との組立加工の工数が増大することもほとんど無い。その結果、本手段の製造コストをほとんど増大させることなく、隔壁部材に補強リブを形成することが可能である。

【0018】(第2手段)本発明の第2手段は、請求項2記載の固体高分子型燃料電池である。本手段では、形状保持体は、発電層の両電極層のうち少なくとも一方の表面に一体的に接合されている。形状保持体は、たとえば金属細線からなり目が粗い金網のように、空孔率の大きな多孔質材で良導体であることが望ましい。本手段では、成形された凹凸形状を保持する剛性をもつ形状保持体が、発電層の両電極層のうち少なくとも一方の表面に一体的に接合されているので、発電層は前述のように自らの剛性で成形された凹凸形状を保つことができる。

【0019】また、電極層の表面に形状保持体を接合することは、電極層の形成時に圧着等の方法により容易になし得るから、製造コストが安価に済むという効果がある。したがって本手段によれば、前述の第1手段と同様に、単位体積当たりの発電能力がより高く、製造コストがより安価になるという効果がある。ところで、表面に形状保持体が接合されている電極層は、形状保持体と背向する固体高分子型電解質層の側に担持している触媒層へのガス透過性と、触媒層からの集電性と、形状保持性との三つの性質を十分にもっていることが望ましい。なお、両電極層のうち一方だけの表面に形状保持体が接合されている場合には、形状保持体が接合されていない他方の電極層よりも、上記一方の電極層では触媒層へのガス透過性がいくらか低下するのが普通である。それゆえ、正負どちらの電極層に形状保持体が接合されている場合の方がより高い発電能力が得られるか、理論的にあるいは実験的に確認して、より高い発電能力が得られる方の電極層に形状保持体を接合することが望ましい。

【0020】(第3手段)本発明の第3手段は、請求項3記載の固体高分子型燃料電池である。本手段では、両電極層のうち少なくとも一方は、形状保持体を含んでいる。形状保持体は、たとえば金属細線からなり目が粗い金網のように、空孔率の大きな多孔質材で良導体であることが望ましい。本手段では、成形された凹凸形状を保持する剛性をもつ形状保持体が、発電層の両電極層のうち少なくとも一方に含まれているので、発電層は前述のように自らの剛性で成形された凹凸形状を保つことができる。

【0021】また、電極層と一体にまたは電極層の内部に形状保持体を含ませることは、電極層の形成時に形状保持体またはその材料を混ぜておく等の方法により、容

易になし得るから、製造コストが安価に済むという効果がある。したがって本手段によれば、前述の第1手段と同様に、単位体積当たりの発電能力がより高く、製造コストがより安価になるという効果がある。

【0022】ところで、形状保持体を含む電極層は、固体高分子型電解質層の側に担持している触媒層へのガス透過性と、触媒層からの集電性と、形状保持性との三つの性質を十分にもっていることが望ましい。なお、両電極層のうち一方だけに形状保持体が含まれている場合には、形状保持体が接合されていない他方の電極層よりも、上記一方の電極層の触媒層へのガス透過性は、いくらか低下するのが普通である。それゆえ、正負どちらの電極層に形状保持体含まれている場合の方がより高い発電能力が得られるか、理論的にあるいは実験的に確認して、より高い発電能力が得られる方の電極層に形状保持体を含ませることが望ましい。

【0023】(第4手段)本発明の第4手段は、請求項4記載の固体高分子型燃料電池である。本手段では、発電層の中間部材である固体高分子型電解質層が、形状保持体を含んでいる。形状保持体は、たとえば樹脂繊維からなり目が粗い樹脂網のように、空孔率の大きな多孔質材で不導体であることが望ましい。本手段では、成形された凹凸形状を保持する剛性をもつ形状保持体が、発電層の中間の固体高分子型電解質層に含まれているので、発電層は前述のように自らの剛性で成形された凹凸形状を保つことができる。

【0024】また、固体高分子型電解質層と一体にまたは固体高分子型電解質層の内部に形状保持体を含ませることは、固体高分子型電解質層の形成時に形状保持体またはその材料を混ぜておく等の方法により、容易になし得る。すなわち、まず、固体高分子型電解質層を形成する高分子電解質材料(たとえばパーフルオロスルホン酸ポリマ)が軟化していながら、その電解質としての特性が劣化しない温度範囲で加熱昇温する。そしてその状態で、その温度に耐える形状保持体を圧着させることによって、固体高分子型電解質層に形状保持体を一体的に含ませることが可能である。

【0025】あるいは、固体高分子型電解質層を形成するパーフルオロスルホン酸ポリマ等のイオン交換樹脂を適切な溶媒に溶かして溶液となし、絶縁性で連続孔のあるフィルム状の多孔体に含浸させて固体高分子型電解質層を形成しても良い。この場合、多孔体が可塑性のある材料(たとえば熱可塑性樹脂)から形成されていれば、固体高分子型電解質層は多孔体を形状保持体として有し、形状保持機能をもつことになる。

【0026】さらに別法としては、上記多孔体の片面または両面にフィルム状の固体高分子型電解質材料を重ね合わせ、熱プレスすることにより多孔体の孔中に上記電解質材料を注入することによっても、形状保持体を含む固体高分子型電解質層を形成することができる。あるい

は、前述のイオン交換樹脂の電解質溶液に、樹脂網、樹脂製不織紙、および繊維状または碎片状の樹脂材料を混入して、キャスト法やブレード法等の成膜方法により、形状保持体を含む固体高分子型電解質層を製造することもできる。

【0027】これらの形状保持体を含む固体高分子型電解質層の製造方法いずれも、実施は比較的容易である。したがって本手段によれば、前述の第1手段と同様に、単位体積当たりの発電能力がより高く、製造コストがより安価になるという効果がある。ところで、形状保持体を含む固体高分子型電解質層は、陽イオンであるプロトンの透過性と、両電極層を互いに絶縁する絶縁性と、形状保持性との三つの性質をもっていることが必要である。それゆえ、形状保持体は、厚さがなるべく薄い上に、空孔率の大きな多孔質材であって、不導体であることが望ましく、また、電解質材料との濡れ性にも優れていることが望ましい。

【0028】（第5手段）本発明の第5手段は、請求項5記載の固体高分子型燃料電池である。本手段では、形状保持体は、金属網、金属製多孔質板、金属製不織紙および金属繊維のうちいずれかで形成されており、両電極層のうち少なくとも一方の表面に一体的に接合されているか、両電極層のうち少なくとも一方に含まれている。それゆえ、大きく分けて次に示す二つの作用効果が得られる。

【0029】第1に、形状保持体をもつ電極層の導電性（すなわち集電性）は飛躍的に向上し、電極層内でのジュール熱による電気エネルギーの損失が低減されるので、発電能力はいっそう向上する。特に、金属製の形状保持体が両電極層のうち少なくとも一方の表面に接合されている構成では、通常は良導体からなるセパレータである隔壁部材との接点において導通性が向上して接点抵抗も大幅に減る。それゆえ、電極層と隔壁部材との接触線における接触抵抗による電気エネルギーの損失が低減され、発電能力はさらに向上する。

【0030】第2に、適正な種類の金属材料を選定すれば、金属の塑性変形による成形性の良さが得られるので、発電層を凹凸形状に成形加工するのが容易であり、製造コストをより低減することができる。したがって本手段によれば、前述の第2手段または第3手段の効果に加えて、さらに向上した発電能力と極めて良好な加工性が同時に得られるという効果がある。

【0031】（第6手段）本発明の第6手段は、請求項6記載の固体高分子型燃料電池である。本手段では、形状保持体は、樹脂網、樹脂製多孔質板、樹脂製不織紙、樹脂粉末および樹脂繊維のうちいずれかで形成されており、両電極層のうち少なくとも一方の表面に一体的に接合されているか、両電極層のうち少なくとも一方に含まれている。それゆえ、大きく分けて次に示す二つの作用効果が得られる。

【0032】第1に、形状保持体の材料に適正な種類の樹脂材料を選定すれば、形状保持体をもつ電極層または固体高分子型電解質層は、樹脂のもつ優れた可塑性によって凹凸形状への成形時において優れた成形加工性が得られる。第2に、樹脂材料からなる形状保持体が電極層に含まれる構成では、形状保持機能に加えて、電極層を形成するカーボン等の結合材としての作用をも、形状保持体にもたせることができる。それゆえ、形状保持体としての樹脂の他に結合材を加える必要性が減り、形状保持体以外には結合材をほとんどまたは全く必要としないで電極層を形成することも可能になる。その結果、形状保持体を付加するのに要する製造コストの増大がほとんど無くなる。

【0033】したがって本手段によれば、前述の第2手段ないし第4手段の効果に加えて、良好な成形加工性が得られ、さらに形状保持体が結合材として電極層に含まれる場合には、製造コストのいっそうの低減が得られるという効果がある。なお、固体高分子型電解質層は通常パーフルオロスルホン酸ポリマからなるが、同ポリマの軟化温度は130℃程度である。それゆえ、形状保持体を形成する樹脂に熱可塑性樹脂を採用する場合には、上記軟化温度に近い軟化温度をもつ熱可塑性樹脂を採用することが望ましい。

【0034】また、パーフルオロスルホン酸ポリマは、百数十℃程度の耐熱温度にまで加熱されると電解質としての特性が劣化することが知られている。それゆえ、形状保持体の材料として熱可塑性樹脂を採用する場合には、その軟化温度は上記耐熱温度未満であることが望ましい。同様の理由で、形状保持体の材料として熱硬化性樹脂を採用する場合には、同熱硬化性樹脂の硬化温度は上記耐熱温度未満であることが望ましい。

【0035】（第7手段）本発明の第7手段は、請求項7記載の固体高分子型燃料電池である。本手段では、発電層が成形される凹凸形状は、波板形状、三浦折りによる三次元波板形状、および凹部と凸部とが互いに隣り合って三角形または四角形の網目状に配設された網目状凹凸形状のうちいずれかである。

【0036】第1に、凹凸形状が波板形状である場合には、発電層に伸縮性がほとんど無い場合にも容易に凹凸形状への成形加工ができるので、成形加工に要する製造コストが最も低廉である。したがってこの場合には、極めて安価に製造コストを抑制できるだけでなく、発電層に伸縮性がほとんど無い場合にも適用可能であるという効果がある。

【0037】第2に、凹凸形状が三浦折りによる三次元波板形状である場合には、発電層が面内方向の全て（つまり縦横両方向）について圧縮されるので、前述の波板形状である場合に比較しても、単位体積当たりの発電層の表面積が飛躍的に増大する。その結果、固体高分子型燃料電池の単位体積当たりの発電能力が、たとえば一桁

程度などと飛躍的に増大する。

【0038】また、燃料ガスの流路（燃料ガス室）および酸化性ガスの流路（酸化性ガス室）が、ジグザクに葛籠（つづら）折れ形状をしているので、通常は層流である燃料ガスの流れおよび酸化性ガスの流れが乱され、乱流が発生しやすくなる。それゆえ、発電層の両電極層の各表面に、常に新鮮な燃料ガスおよび酸化性ガスが接触するようになるので、発電能力がさらに向上する。

【0039】したがってこの場合には、固体高分子型燃料電池の単位体積当たりの発電能力が、飛躍的に増大するという効果がある。そればかりではなく、三浦折りによる三次元波板形状には、発電層の伸縮変形が要求されないの、発電層に伸縮性がほとんど無い場合にも容易に凹凸形状への成形加工ができるという効果もある。

【0040】さらに、三浦折りによる三次元波板形状は、両側の隔壁部材からの圧縮圧力に対して極めて挫屈しにくいので、構造強度および剛性が大きく向上する。それゆえ、隔壁部材に補強リブ等を付けて補強する必要はなくなり、隔壁部材は平板であっても十分な剛性強度が得られるので、隔壁部材の製造コストを低減することが可能になるという効果もある。

【0041】第3に、凹凸形状が網目状凹凸形状である場合には、単に単位投影面積当たりの発電層の表面積

（反応面積）が増大するというだけではなく、燃料ガスおよび酸化性ガスの流路の方向が一意に決まてはいない。すなわち、両ガスの流れ方向を互いに任意の方向に設定することができるので、燃料ガスと酸化性ガスを互いに直交する方向に流すことができる。そうすれば、固体高分子型燃料電池の外縁部での燃料ガスの流路と酸化性ガスの流路とを分けて作ることができるので、固体高分子型燃料電池のシステムとしての流路構成が単純になる。この利点に関しては、凹凸形状が三角形の網目状であっても四角形の網目状であっても、変わるところはない。

【0042】したがってこの場合には、固体高分子型燃料電池システムの製作が容易かつ安価になるという効果がある。

【0043】

【発明の実施の形態】本発明の固体高分子型燃料電池の実施の形態については、当業者に実施可能な理解が得られるよう、以下の実施例で明確かつ十分に説明する。

【実施例1】

（実施例1の構成）本発明の実施例1としての固体高分子型燃料電池は、図1に示すように、固体高分子型電解質層2と、触媒層31、32を含む電極層41、42と、金属網51、52とからなる発電層1を有する。本実施例の固体高分子型燃料電池はさらに、各電極層41、42に対向して、各電極層41、42および金属網51、52との間にそれぞれ燃料ガス室10および酸化性ガス室20を形成する隔壁部材としてのセパレータ6

1、62を有する。

【0044】固体高分子型電解質層2は、正の電荷をもつ水素イオン（プロトン）を透過するフィルム状のプロトン伝導性樹脂（プロトン交換樹脂）であるパーフルオロスルホン酸ポリマの薄膜である。参考までに書き添えると、この樹脂膜には、たとえばデュポン社からナフィオンという商品名で市販されているものを使用することができる。パーフルオロスルホン酸ポリマの薄膜は、適度の水分含有状態でプロトン伝導性を発現するので、通常は外部から水蒸気が供給されて水分が保持される。しかし、本実施例の固体高分子型燃料電池では発電反応の過程で水分が生じるので、特別に外部から固体高分子型電解質層2に水蒸気が供給される必要はない。

【0045】固体高分子型電解質層2の膜厚は、電池の内部抵抗の低減になるので薄い方が望ましいが、あまり薄すぎると力学的な強度が低下して製造加工中や運用作動中に膜が破損する恐れが生じるので、強度保持上の要求から適度な厚さが必要である。そこで通常の固体高分子型燃料電池では、固体高分子型電解質層2の膜厚は約50 μm から百数十 μm であるので、本実施例の固体高分子型電解質層2の膜厚は、100 μm とした。

【0046】触媒層31、32は、固体高分子型電解質層2の両側の表面に塗布されて形成された薄膜状の層である。本実施例では、触媒層31、32は次のようにして形成されている。すなわち、まず、主として白金もしくはその合金系の触媒をカーボンブラックの表面に担持させた微粒子と、パーフルオロスルホン酸からなる電解質とを、アルコール系溶媒にそれぞれ分散および溶解させたものを混合し、インク状（すなわちスラリー状ないしペースト状）の混合物を用意する。次に、その混合物を使用して、固体高分子型電解質層2の両面に触媒層31、32を形成する。触媒層31、32の形成は、スクリーン印刷等の方法による直接塗布あるいは転写等の間接塗布による。

【0047】触媒層31、32の厚さは、通常は数 μm から数十 μm であり、本実施例では、反応ガスの拡散に制約されて実際に有効に反応に寄与する部分は数 μm の範囲という観点から、最適である平均10 μm 程度に設定されている。それゆえ、触媒層31、32は、力学的な強度については、主に固体高分子型電解質層2に依存している。触媒層31、32は、固体高分子型電解質層2よりも厚さが一桁薄い薄膜であり、カーボンブラックの微粒子の表面に触媒の金属（白金またはその合金）が担持された多孔質の薄膜である。それゆえ、燃料ガスおよび酸化性ガスは、それぞれ触媒層31、32の内部に浸入することができ、発電反応が起きようになっている。

【0048】両触媒層31、32を形成する際に、燃料ガスと接触する触媒層31と、酸化性ガスに接触する触媒層32とを、若干組成を変えて電極効率（発電反応の

効率)が大きくなるように最適化することもできる。具体的には、燃料ガスと接触する触媒層31は、加湿用の水蒸気との接触面積が大きくなるようにする。一方、酸化性ガスに接触する触媒層32は、酸化性ガス(酸素)の拡散を良好にして生成水の排水が容易になるような構造にする。

【0049】なお、カーボンが基材として使用されており、導電性であるという点で触媒層31、32と後述の電極層41、42とは共通する。それゆえ、本明細書中では、触媒層31、32は、電極層41、42の一部として電極層41、42に含まれるものと定義する。触媒層31、32を除く電極層41、42は、両面に触媒層31、32が形成されている固体高分子型電解質層2に接合し、固体高分子型電解質層2を両側から挟持する正負二層の導電性の多孔質層である。触媒層31、32を除く電極層41、42の厚さは、いずれも100~400μm程度である。

【0050】触媒層31、32を除く電極層41、42は、燃料ガスおよび酸化性ガスが容易に触媒層31、32に浸透していくことができるように、ガス透過性に優れている必要がある。さらに、導電層としての作用を果たすために、電子伝導性にも優れている必要がある。そこで、触媒層31、32を除く電極層41、42は、カーボン短繊維と結着剤と分散媒体とを混合してペースト状にした混合体を、触媒層31、32の表面にブレード法により塗布した後、乾燥させて分散媒体を除去して形成される。

【0051】ここで、カーボン短繊維はあまり長いと後で凹凸形状に成形加工する際に障害になるので、適度な長さであることが望ましく、本実施例では長さが十数μm程度で長短軸比が1:5~20程度のカーボン短繊維を採用している。また、結着剤としてはディスパージョンタイプと溶解タイプとのいずれも使用可能であるが、本実施例ではディスパージョンタイプのアクリルエマルジョン系の結着剤を採用している。それゆえ、分散媒体として水を採用しているが、乾燥後に結着剤が水分に再溶解しないので、触媒層31、32を除く電極層41、42は安定に形成される。なお、カーボン短繊維と結着剤と分散媒体との混合比率は、重量比でおおよそ95:5:100である。この混合比率は、塗布時の作業性や乾燥後の空隙状態を考慮して設定されるが、カーボン短繊維および結着剤の形状および大きさによって、同じ混合比率でも電極層41、42の特性が影響を受ける。それゆえ、上記混合比率の数字は、一応の目安を示すものであり、最終的には実際の試験結果による調整が必要である。

【0052】一般的な傾向としては、カーボン短繊維の比率を増加させると、対応して結着剤の量をも増加させないと電極層41、42の強度が低下し、電極層41、42の材料の剥離の恐れが生じることもある。逆に、結

着剤の量が多いと、電子伝導性が低下してしまう上に、触媒層31、32を過剰に被覆してしまいガスとの接触を妨げる恐れがある。また、分散媒体が少なすぎると、混合物の流動性が低下するので、塗布作業の作業性や乾燥後の表面性状が劣悪になる傾向にある(そこで別体に触媒層31、32を除く電極層41、42を作製しておき、接着や熱プレス等の方法により、触媒層31、32の表面に接合しても良い)。それゆえ、上記混合比率は、適正に設定される必要がある。

【0053】さらに、分散媒体である水の中にカーボン短繊維を良好に分散させるために、界面活性剤を水中に溶解させておくことが望ましい。ただし、電極層41、42に残留する界面活性剤が電池性能に悪影響を及ぼすことがないようにする必要がある。本実施例では界面活性剤として非イオン系活性剤を採用しており、上記混合物に対し0.2重量%程度添加している。

【0054】なお、結着剤に溶解タイプのポリフッ化ビニリデンやスチレン系の結着剤を採用した場合には、分散媒体として有機溶剤を使用することが一般的であるが、使用する結着剤の種類によっては分散媒体に水を使用することも可能である。本実施例では、以上の触媒層31、32を除く電極層41、42の厚さは、50~100μm程度に形成されている。電極層41、42をこのように薄く形成したのは、次に述べる金属網51、52によって形状保持機能が担われるので、電極層41、42に形状保持機能が要求されないからである。

【0055】金属網51、52は、線径100μmのSUS316ステンレス鋼からなる目の粗い金網であって、金属網51、52を形成するステンレス鋼線の間隔は、100~400μm程度である。金属網51、52は、形状保持体としての作用をもち、両電極層41、42の表面に熱圧着により一体的に接合されている。この際、電極層41、42の結着剤が、各金属網51、52と各電極層41、42との接着剤の役目を果たし、両電極層41、42の両面にそれぞれ金属網51、52を保持している。

【0056】なお、電極層41、42に対する金属網51、52の接合力が不足する場合には、金属網51、52の電極層41、42と接合する側に、上記結着剤を塗布しておくことと十分な接合力が得られる。ただし、結着剤が金属網51、52の目の間に膜を形成してしまわないように注意して塗布することが必要で、膜を形成するようであれば空気等を通して膜を吹き破っておくと良い。

【0057】以上のようにして、固体高分子型電解質層2と、触媒層31、32を含む電極層41、42と、金属網51、52とからなる発電層1が形成される。しかる後、発電層1は歯車状の一対の加熱ロールに巻き込まれ、波板形状の凹凸形状(コルゲート形状)に加熱成形される。なお、金属網51、52の熱プレスによる電極層41、42への接合と、波板形状の凹凸形状への加熱

プレスによる成形加工とを、上記過熱ロールまたは対向する二つの金型によって同時に行うことも可能である。

【0058】すなわち、固体高分子型電解質層2および両電極層41、42を含む発電層1は、波板状の凹凸形状に成形されており、かつ、この凹凸形状を保持する剛性をもつ形状保持体としての金属網51、52を有する。それゆえ、従来技術の燃料電池と異なり、凹凸形状を保持するために、セパレータ61、62に特別な表面形状を与えたり、多孔質の凹凸形状保持部材を発電層1とセパレータ61、62との間に挟持したりする必要がない。

【0059】ここで、例えば凹凸形状の頂角が60度であるように発電層1を成形すれば、セパレータ61、62が形成する底辺に対して同一の長さの発電層1の二辺が形成されるので、平板形状の発電層1に対して二倍の発電能力が得られる。なお、セパレータ61、62の間隔に相当する凹凸形状の発電層1の厚さは、1~2mm程度であり、発電層1の一辺は1.2~2.3mm程度である。

【0060】隔壁部材であるセパレータ61、62は、各電極層41、42との間にそれぞれ、水素ガスを含む改質ガス等の燃料ガスが流通する燃料ガス室10と、酸素を含む空気等の酸化性ガスが流通する酸化性ガス室20を形成する。セパレータ61、62は、SUS316ステンレス鋼の平板から形成されており、耐腐食性が高いので耐久性に優れ、コスト的にも低廉であって有利である。ここで、セパレータ61、62において酸化性ガス側で耐腐食性が不足する場合には、酸化性ガスと接触する側だけまたは両面に、ごく薄く金メッキを施しておくという。

【0061】なお、セパレータ61、62の材料には、現在通常はガス不透過処理を施したカーボン材が使用されているが、材料費が高価であるので、本実施例では材料費が低廉であるステンレス鋼板を採用した。また、セパレータ61、62には、通常の燃料電池や従来技術の燃料電池と異なって、多数の溝を平行に形成する必要がなく、平板のまま使用できるので、セパレータ61、62の加工費も低廉である。

【0062】隔壁部材であるセパレータ61、62は、それぞれ各電極層41、42を覆う金属網51、52に接触して発電層1を挟持し、一つの単セル（単位電池）を形成する。セパレータ61、62が発電層1を挟持する際には、その外縁部で二種類のガスが混ざらないようにするガスシール部材や、セパレータ61、62の間隔を調整するためのスペーサ部材等が使用される。また、ガスの供給・排出用の各配管や、発電された電力の取り出し用の電気接続端子などが取り付けられ、セパレータ61、62および各部材を固定し、各単セルを所定位置に固定するためのボルト・ナットなどの接合手段も使用される。

【0063】前述のようにして組み立てられた固体高分子型燃料電池の単セルは、一枚では発生電圧が1Vにも及ばないほど低いので、必要とされる電圧を生じるだけの枚数の単セルが直列に積層されて使用される。このように複数の単セルが積層される際に、互いに隣り合う単セルは、セパレータ61、62を互いに共有して小型軽量化と内部抵抗の低減とが図られる。

【0064】（実施例1の作用効果）本実施例の固体高分子型燃料電池は、以上のように構成されているので、以下のような作用効果を発揮する。まず、本実施例の固体高分子型燃料電池を運転するには、燃料ガス室10に天然ガス等を改質して水素ガスの含有量を増やした燃料ガスを吹き込み、酸化性ガス室20に酸素を含んだ空気である酸化性ガスを吹き込む。その際、発電層1が常温であっては発電反応があまり進まないのので、発電層1の温度を80℃程度に昇温する目的で、ある程度加熱昇温された燃料ガスおよび酸化性ガスが吹き込まれる。

【0065】燃料ガス室10に吹き込まれた燃料ガスは、金属網51の網目の間および多孔質の電極層41を通して、拡散しながら燃料極である触媒層31に達し、触媒層31でプロトンと電子とに分解される（ $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ ）。触媒層31で生じたプロトン（ H^+ ）は、イオン透過作用をもつ固体高分子型電解質層2を透過して、反対側の空気極である触媒層32に達する。一方、触媒層32には、金属網52および電極層42を通じて拡散しながら空気極である触媒層32に酸素が達しており、この酸素とプロトンとが化合して水が生成され、その際電子が吸収される（ $1/2 O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$ ）。ちなみに、固体高分子型燃料電池で起こる全反応は、酸素と水素とから水が合成される反応（ $H_2 + 1/2 O_2 \rightarrow H_2O$ ）であり、固体高分子型電解質層2に適当な水分が供給されるとともに、酸化性ガス室20からは水蒸気を含む排気ガスが排出される。

【0066】それゆえ、触媒層31からは電子が流出し、電極層41および金属網51を順に介してセパレータ61から所定の電圧で出力される。そして逆に、触媒層32には、セパレータ62から金属網52および電極層42を順に介して、電子が流入する。その結果、セパレータ62からセパレータ61へ向かって所定の電圧で電流が取り出され、固体高分子型燃料電池は発電作用を発揮するに至る。

【0067】本実施例の固体高分子型燃料電池により得られる効果には、大きく分けて次の二つがある。まず第1の効果は、単位体積あたりの発電出力の増大であり、換言すれば固体高分子型燃料電池の小型軽量化である。次に第2の効果は、固体高分子型燃料電池の製造コストの低廉化である。すなわち、本実施例の固体高分子型燃料電池では、固体高分子型電解質層2および触媒層31、32を含む電極層41、42からなる発電層1は、凹凸形状に成形されており、かつ、この凹凸形状を保持

する剛性をもつ形状保持体としての金属網 5 1, 5 2 を有する。それゆえ、隔壁部材であるセパレータ 6 1, 6 2 に突条等の凹凸形状保持構造物が形成されていなくても、発電層 1 の凹凸形状は、発電層 2 が有する形状保持体である金属網 5 1, 5 2 の剛性、すなわち発電層 1 自体のもつ剛性によって、製造過程で成形された通りの凹凸形状に保たれる。

【0068】その結果、前述の従来技術とは異なり、隔壁部材であるセパレータ 6 1, 6 2 に発電層 1 の凹凸形状を保持するための突条を設けたり、発電層 1 を両側から挟持してその凹凸形状を保持する多孔質の形状保持部材を設けたりする必要がなくなり、コストダウンになる。また、隔壁部材であるセパレータ 6 1, 6 2 の突条によって流路が狭められたり、多孔質の形状保持部材によって発電層 1 と両ガスとの接触が少なくなったりして、発電層 1 の発電能力が低下してしまうこともないので、単位体積当たりの発電能力が向上する。

【0069】また、発電層 1 は、前述のように波板状の凹凸形状に形成されており、発電層 1 の面積（発電反応面積）は、投影面積の二倍になっているので、通常の固体高分子型燃料電池の二倍の単位体積当たりの発電能力が得られる。ここで、波板状の凹凸形状に発電層 1 を形成するのは、他の凹凸形状に発電層 1 を成形するのに比べて容易であるからであり、他の凹凸形状に成形するよりも成形加工コストが低減されるという効果も得られる。

【0070】さらに、高い電気伝導率をもつ金属網 5 1, 5 2 が電極層 4 1, 4 2 の表面を覆っており、触媒層 3 1, 3 2 へ出入りする電子は、比較的電気伝導率が低い電極層 4 1, 4 2 の内部を長距離にわたって伝導される必要がない。すなわち、触媒層 3 1, 3 2 は、最も近傍にある金属網 5 1, 5 2 の一部から、電気伝導率が高い金属網 5 1, 5 2 の内部を通して、セパレータ 6 1, 6 2 にまで導通する。それゆえ、固体高分子型燃料電池の内部抵抗が小さくなり、より効率的に電力が固体高分子型燃料電池から取り出されるようになる。

【0071】したがって本実施例の固体高分子型燃料電池によれば、単位体積当たりの発電能力がより高く、小型軽量であるばかりでなく、製造コストがより安価になるという効果がある。

（実施例 1 の変形態様 1）本実施例の変形態様 1 として、図 2 に示すように、形状保持体としての金属網 5 1 は、両電極層 4 1, 4 2 のうち燃料ガス室 1 0 側の電極層 4 1 だけの表面に一体的に接合されている固体高分子型燃料電池の実施が可能である。

【0072】本変形態様では、厚さが $50\mu\text{m}$ の電極層 4 1 に対し、線径 $100\mu\text{m}$ の金属網 5 1 が熱プレスによりめり込んでいる。それゆえ、金属網 5 1 は電極層 4 1 の結着剤の接着作用により、電極層 4 1 に一体的に接合されている。また、燃料ガス室 1 0 側の電極層 4 1 だ

けの表面に金属網 5 1 が接合されているので、酸化性ガスに曝される金属網がなく、金属網 5 1 の酸化腐食による劣化の心配が少ない。それゆえ、金属網 5 1 の材料として、安価なステンレス鋼等を安心して使用することができる。さらに、酸化性ガス室 2 0 側の金属網 5 2 がないので、その分、製造コストを低減することができる。

【0073】したがって、本変形態様の固体高分子型燃料電池によれば、前述の実施例 1 の効果をほぼ維持したまま、さらに安価な製造コストと長寿命とを実現できるという効果がある。

（実施例 1 の変形態様 2）本実施例の変形態様 2 として、発電層 1 の凹凸形状を実施例 1 の波板形状から変え、図 4 および図 5 に示すように、発電層 1 の凹凸形状は三浦折りによる三次元波板形状である固体高分子型燃料電池の実施が可能である。

【0074】ここで、三浦折りとは、図 3 に展開図を示すように、平面を互いに合同な平行四辺形の区画に分割し、適正に山折りと谷折りとを繰り返すことにより、歪みのしわ寄せを生じることなく三次元的に折り畳む平面の折り畳み手段である。三浦折りによって折り畳まれた平面は、その平面のうちどの区画を取っても等価であって、通常の折り畳み方のように局部的に伸びや圧縮が生じることがない。ちなみに三浦折りは、文部省宇宙科学研究所の三浦教授によって発案された平面の折り畳み方であって、太陽電池パネルのように広い面積をもつ平面形状の宇宙構造物を、打ち上げロケット先端のごく狭い収容容積に折り畳んで収納する目的で使用されている。

【0075】本変形態様では、再び図 4 および図 5 に示すように、燃料ガスおよび酸化性ガスの流路である燃料ガス室 1 0 および酸化性ガス室 2 0 は、複雑な葛籠（つづら）折れ形状に折れ曲がっている。すなわち、展開図である図 3 と、流路を残して折り畳まれた状態の平面図である図 4 とを比べて分かるように、発電層 1 が縦にも横にも圧縮されて投影面積が小さくなっている。たとえば、縦の寸法が $1/4$ に折り畳まれ、横の寸法が $1/2$ に折り畳まれているとすると、発電反応面積はそのままに投影面積が $1/8$ に圧縮されることになる。

【0076】また、燃料ガスの流路（燃料ガス室 1 0）および酸化性ガスの流路（酸化性ガス室 2 0）が、ジグザクに葛籠（つづら）折れ形状をしているので、通常は層流である燃料ガスの流れおよび酸化性ガスの流れが乱され、乱流が発生しやすくなる。それゆえ、発電層 1 の両電極層 4 1, 4 2 の各表面に、常に新鮮な燃料ガスおよび酸化性ガスが接触するようになるので、発電能力がさらに向上する。

【0077】したがって、本変形態様の固体高分子型燃料電池によれば、単位体積当たりの発電能力が飛躍的に増大し、約一桁の増大が見込まれるので、小型軽量化の効果も非常に大きい。そればかりではなく、三浦折りによる三次元波板形状には、発電層 1 の伸縮変形が要求さ

れないので、発電層1に伸縮性がほとんど無い場合にも、この種の凹凸形状への成形加工ができるという効果もある。

【0078】さらに、三浦折りによる三次元波板形状は、再び図5に示すように、両側の隔壁部材であるセパレータ61、62からの圧縮圧力に対して極めて挫屈しにくいので、構造強度および剛性が大きく向上する。それゆえ、セパレータ61、62に補強リブ等を付けて補強する必要はなくなり、セパレータ61、62は平板であつても十分な剛性強度が得られるので、セパレータ61、62の製造コストを低減することが可能になるという効果もある。

【0079】（実施例1の変形態様3）本実施例の変形態様3として、図6に示すように、実施例1において燃料ガスおよび酸化性ガスのそれぞれの流路に沿って突起部を有するセパレータ61'、62'を有する固体高分子型燃料電池の実施も可能である。本変形態様において、セパレータ61'、62'に突起部を形成した目的は、発電層1の形状保持ではなく、波板状の凹凸形状をした発電層1の凸部だけではなく凹部にもセパレータ61'、62'を当接させて、集電性を向上させようというものである。すなわち、本変形態様は、発電層1の凹部にもセパレータ61'、62'の一部が当接して集電するならば、集電に要する導電距離が半分になり、内部抵抗が半減して電池性能が向上することを目的としたものである。当然、セパレータ61'、62'の突起部は、燃料ガス室10および酸化性ガス室20をあまり狭めないようにある程度細く形成され、極端にはセパレータ61'、62'の平面に鉛直に立てられた帯板状の部材であつても良い。

【0080】なお、セパレータ61'、62'は、実施例1のセパレータ61、62と同様にステンレス鋼製であるから、プレス加工で作製することがコスト的には望ましい。ただし、別部品として突起部を製作しておき、鍛付け、溶接、はめ込み等により平板状のセパレータ61'、62'に接合しても構わない。

（実施例1のその他の変形態様）本実施例のその他の変形態様として、実施例1では形状保持体に金属網51、52を採用していたが、金属網に代えて、金属製多孔質板、金属製不織紙または金属繊維などを電極層41、42の表面に一体的に接合した固体高分子型燃料電池の実施も可能である。本変形態様によつても、実施例1とほぼ同等の作用効果が得られる。また、本変形態様に対しても、実施例1に対するその変形態様1～3に相当する変形態様の実施が可能であり、各変形態様においてもほぼ同様の作用効果が得られる。

【0081】また、前述の実施例1のさらにその他の変形態様として、金属網51、52に代わる形状保持体として、樹脂網、樹脂製多孔質板、樹脂製不織紙または樹脂繊維などを電極層41、42の表面に一体的に接合し

た固体高分子型燃料電池の実施も可能である。本変形態様によつても、実施例1とほぼ同等の作用効果が得られる。また、本変形態様に対しても、実施例1に対するその変形態様1～3に相当する変形態様の実施が可能であり、各変形態様においてもほぼ同様の作用効果が得られる。

【0082】なお、形状保持体を構成する樹脂が熱硬化性樹脂である場合には、固体高分子型電解質層2を形成するパーフルオロスルホン酸ポリマが軟化する120℃程度で硬化することができる熱硬化性樹脂を用いることが望ましい。あるいは、形状保持体を構成する樹脂が熱可塑性樹脂である場合には、固体高分子型電解質層2が軟化する120℃程度で軟化して成形することができる熱可塑性樹脂を用いることが望ましい。いずれの場合も、成形加工温度は固体高分子型電解質層2の特性が劣化を始める165℃以下で行われることが望ましい。

【0083】〔実施例2〕

（実施例2の構成）本発明の実施例2としての固体高分子型燃料電池は、図7に示すように、両電極層41'、42'が形状保持体としての金属網51'、52'をそれぞれ含んでいる点が実施例1と異なっており、その他の点では実施例1と同様である。

【0084】本実施例の固体高分子型燃料電池の製造方法は、固体高分子型電解質層2の両面に触媒層31、32が形成されるまでの工程は、実施例1と同様である。しかる後、カーボン微粒子と結着剤とが溶剤または分散媒体に溶解または分散しているペーストが、電極層41、42の表面に置かれた金属網51'、52'の上から、スクリーン印刷またはブレード印刷等の手法により塗布される。そして溶剤または分散媒体が蒸発すると、カーボン微粒子が結着剤により互いに結合された多孔体である電極層41'、42'が形成され、当然電極層41'、42'はその内部に金属網51、52を含んで形成される。各金属網51'、52'を形成するステンレス鋼線の線径は、実施例1と異なり、各電極層41'、42'厚さ(50μm)以下に細く選定されている。

【0085】以上のようにして発電層1が形成された後、発電層1は波板状の凹凸形状に成形加工され、セパレータ61、62に挟持される点は、実施例1と同様である。

（実施例2の作用効果）本実施例では、形状保持体である金属網51'、52'が、触媒層31、32の近傍に配設され、部分的には接触しているので、触媒層31、32と金属網51'、52'との間で優れた導電性が得られる。さらに、セパレータ61、62と発電層1との接触線でも、セパレータ61、62の表面の近傍にまで金属網51'、52'が近接しており、部分的には互いに接触していることもあるので、金属網51'、52'とセパレータ61、62との間で優れた導電性が得られる。その結果、触媒層31、32とセパレータ61、6

2との間で優れた導電性が得られるので、内部抵抗が減少し、ジュール熱による損失が減って固体高分子型燃料電池の発電特性が、実施例1と同等あるいはそれ以上に向上する。

【0086】その他の点については、前述の実施例1の作用効果と同様の作用効果が得られる。

(実施例2の変形態様1) 本実施例の変形態様1として、前述の実施例1に対するその他の変形態様の前半部と同様に、形状保持体として金属網に代えて、金属製多孔質板、金属製不織紙または金属繊維が採用されている固体高分子型燃料電池の実施が可能である。本変形態様によっても、前述の実施例2とほぼ同様の作用効果が得られる。

【0087】(実施例2の変形態様2) 本実施例の変形態様2として、金属網51、52に代えて形状保持体としての熱可塑性樹脂が、電極層41、42に添加されている固体高分子型燃料電池の実施が可能である。すなわち、本変形態様においては、電極層41、42は、熱可塑性樹脂繊維とカーボン短繊維と結着剤と分散媒体とを混合したペースト状のインクを用いて、転写法により触媒層31、32の表面に形成される。転写用フィルムには、ポリエチレンフィルムが使用される。なお、転写法に換えて触媒層31、32の表面に上記インクを塗布しても良い。塗布の方法は、スクリーン印刷法によっても良いし、ブレード法によっても良い。

【0088】この際、熱可塑性樹脂繊維を形成している樹脂は、分散媒体や結着剤との濡れ性が良く、かつ、固体高分子型電解質層2が軟化する120℃程度の温度で軟化する樹脂を選定する。このような樹脂としては、たとえばポリエチレンが挙げられる。こうして平板状の発電層1が形成された後、固体高分子型電解質層2が軟化する120℃程度の温度まで昇温して熱可塑性樹脂繊維も軟化した状態で、実施例1または実施例2と同様に、波板状の凹凸形状に発電層1が形成される。その結果、内部に形状保持体としての熱可塑性樹脂繊維を含んだ電極層41、42をもつ発電層1を採用した固体高分子型燃料電池が製作される。

【0089】本変形態様では、熱可塑性樹脂繊維が金属網と異なって電気伝導性をもたないので、固体高分子型燃料電池の内部抵抗はむしろ幾分増える傾向にある。しかしながら、次の変形態様3および変形態様4で説明するように、発電層1の中で通常は最も変形しにくい電極層41、42の可塑性が向上するので、発電層1が伸縮変形する凹凸形状への成形も可能になるという効果がある。

【0090】なお、本変形態様のさらなる変形態様として、樹脂繊維を形成する樹脂材料に熱可塑性樹脂に代えて熱硬化性樹脂を採用し、固体高分子型電解質層2が軟化する120℃程度の温度で成形して硬化させる固体高分子型燃料電池の実施もまた可能である。

(実施例2の変形態様3) 本実施例の変形態様3として、図8(平面図)および図9(断面図)に示すように、発電層1が成形されている凹凸形状は、凹部と凸部とが互いに隣り合って四角形の網目状に配設された網目状凹凸形状である固体高分子型燃料電池の実施が可能である。本変形態様においては、発電層1の内部構成には、前述の実施例2の変形態様2と同様に、形状保持体として熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂からなる樹脂繊維が含まれている。

10 【0091】それゆえ、成形加工は互いに凹凸が対向する一対の金型に発電層1を挟んで行われるが、その際の金型および発電層1の温度は、固体高分子型電解質層2の軟化温度である120℃以上、かつ、固体高分子型電解質層2の劣化温度である165℃未満である。樹脂繊維が熱可塑性樹脂からなる場合には、成形後、成型用の金型に挟んだまま金型ごと冷却して、形状保持体としての熱可塑性樹脂繊維に上記凹凸形状を与える。樹脂繊維が熱硬化性樹脂からなる場合には、成型用の金型に挟んだまま同樹脂が硬化して固まるのを待ち、形状保持体としての熱硬化性樹脂繊維に上記凹凸形状を与える。

20 【0092】本変形態様では、単に単位投影面積当たりの発電層1の表面積(反応面積)が増大するというだけではなく、燃料ガスおよび酸化性ガスの流路の方向が一意に決まてはいない。すなわち、両ガスの流れ方向を互いに任意の方向に設定することができるので、燃料ガスと酸化性ガスとを互いに直交する方向に流すことができる。そうすれば、固体高分子型燃料電池の外縁部での燃料ガスの流路と酸化性ガスの流路とを分けて作ることができるので、固体高分子型燃料電池のシステムとしての流路構成が単純になる。

30 【0093】したがって、本変形態様によれば、固体高分子型燃料電池システムの製作が容易かつ安価になるという効果がある。なお、本変形態様では、発電層1の電極層41、42とセパレータ61、62との接触が点接触に近くなり、固体高分子型燃料電池の内部抵抗がさらに高くなる点が不都合である。そこで、その対策として導電性の接合剤(銀粉末入りの熱硬化性樹脂等)を電極層41、42とセパレータ61、62との接点に塗布し、接触面積を増大させると良い。

40 【0094】(実施例2の変形態様4) 本実施例の変形態様4として、図10(平面図)および図11(断面図)に示すように、発電層1の凹部と凸部とが互いに隣り合って三角形の網目状に配設された網目状凹凸形状に成形加工されている固体高分子型燃料電池の実施も可能である。本変形態様においても、発電層1の内部構成には、前述の実施例2の変形態様2と同様に、形状保持体として熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂からなる樹脂繊維が含まれている。

50 【0095】本変形態様においても、前述の本実施例の変形態様3と同様の作用効果が得られる。

(実施例 2 の変形態様 5) 本実施例の変形態様 5 として、前述の実施例 2 およびその変形態様 1~4 において、樹脂繊維に代えて形状保持体として、樹脂網、樹脂製多孔質板、樹脂製不織紙等を採用した固体高分子型燃料電池の実施が可能である。本変形態様によっても、前述の実施例 2 およびその変形態様 1~4 とほぼ同様の作用効果が得られる。

【0096】(実施例 2 の変形態様 6) 本実施例の変形態様 6 として、前述の実施例 1 の変形態様 2 と同様に、発電層 1 が三浦折りによる三次元波板形状に成形されて 10 いる固体高分子型燃料電池の実施が可能である。本変形態様によっても、前述の実施例 1 の変形態様 2 とほぼ同様の作用効果が得られる。

【0097】[実施例 3]

(実施例 3 の構成) 本発明の実施例 3 としての固体高分子型燃料電池は、図 12 に示すように、両触媒層 3 1', 3 2' は、形状保持体としての樹脂繊維(熱可塑性樹脂または熱硬化性樹脂)を含み、触媒層 3 1', 3 2' 自体に波板状の凹凸形状を保持する機能がある。

【0098】すなわち、触媒層 3 1', 3 2' は、触媒(白金またはその合金をカーボンに担持させたもの)と、電解質(パーフルオロスルホン酸ポリマ)と、導電材(グラファイトやカーボンブラック等の良導電性の炭素材料)と、形状保持体としての樹脂繊維とからなる。触媒層 3 1', 3 2' は、ガスが良好に拡散することができるように、多孔体である。

【0099】一方、電極層 4 1", 4 2" は、カーボン繊維物またはカーボン不織布に、PTFE(ポリテトラフルオロエチレン)樹脂およびカーボンブラック等が添加含浸されて形成されている。

(実施例 3 の作用効果) 本実施例の固体高分子型燃料電池では、触媒層 3 1', 3 2' 自体に波板状の凹凸形状を保持する機能があるので、実施例 1 および実施例 2 とほぼ同様の作用効果が得られる。

【0100】(実施例 3 の変形態様 1) 本実施例の変形態様 1 として、触媒層 3 1', 3 2' に十分な導電性がある場合には、触媒層 3 1', 3 2' を除く電極層 4 1", 4 2" を省略し、触媒層 3 1', 3 2' とセパレータ 6 1, 6 2 とを直接接触させてもよい。本変形態様によれば、電極層 4 1", 4 2" を省略できる分、材料コストも加工コストも節減されて、製造コストが低減されるという効果がある。そればかりではなく、触媒層 3 1', 3 2' にそれぞれ燃料ガスおよび酸化性ガスが直接接触して浸透するので、発電能力のさらなる向上が期待できるという効果がある。

【0101】(実施例 3 のその他の変形態様) また、前述の実施例 3 およびその変形態様 1 では、触媒層 3 1', 3 2' に樹脂繊維が含まれており、所定の条件下では発電層 1 に伸縮性があるので、発電層 1 の凹凸形状は波板形状や三浦折りによる三次元波板形状に限定され 50

ることがない。すなわち、実施例 2 の変形態様 3 および変形態様 3 と同様に、凹部と凸部とが互いに隣り合って三角形または四角形の網目状に配設された網目状凹凸形状に、発電層 1 を成形することも可能である。その場合には、凹凸形状が該当する各変形態様とほぼ同様の作用効果が得られる。

【0102】[実施例 4]

(実施例 4 の構成) 本発明の実施例 4 としての固体高分子型燃料電池は、図 13 に示すように、固体高分子型電解質層 2' に形状保持体が含まれており、波板状に成形された凹凸形状を保持する機能を固体高分子型電解質層 2' が担っている。

【0103】すなわちまず、パーフルオロスルホン酸ポリマの電解質アルコール溶液と、フッ素系樹脂である PTFE の粉末とを所定の割合で混合した。しかる後、キャスト法により PTFE からなる多孔質形状保持体と、その孔部を埋める固体高分子型電解質とからなる複合膜を作製した。この複合膜の厚さは 100 μm 程度である。そして、この複合膜である固体高分子型電解質層 2' に、実施例 1 と同様の方法で触媒層 3 1, 3 2 を含む電極層 4 1, 4 2 を形成した。

【0104】(実施例 4 の作用効果) 本実施例では、固体高分子型電解質層 2' 自体に形状保持機能が付与されているので、触媒層 3 1, 3 2 を含む電極層 4 1, 4 2 は、ガス拡散性および集電機能に重点を置いて形成される。その結果、本実施例によれば、安価でありながら発電能力に優れた固体高分子型燃料電池の製作が可能になるという効果がある。

【0105】(実施例 4 の各種変形態様) 本実施例についても、実施例 1 の変形態様 2 に対応する三浦折りによる三次元波板形状に発電層 1 を成形した変形態様や、実施例 2 の変形態様 3 および変形態様 4 に相当する網目状凹凸形状に発電層 1 を成形した変形態様の実施が可能である。

【0106】そればかりではなく、電極層 4 1, 4 2 に高い導電性をもたせることにより、内部抵抗を低減して発電能力を向上させることが可能である。同様に、触媒層 3 1, 3 2 自体に高い導電性をもたせることにより、電極層 4 1, 4 2 を省略して電池の反応性を高めると同時に、内部抵抗を低減して発電能力を向上させることが可能である。

【0107】これらの各種変形態様によっても、前述の対応する各種変形態様とほぼ同様の作用効果が得られる傾向がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施例 1 としての固体高分子型燃料電池の構成を示す断面図

【図 2】 実施例 1 の変形態様 1 の固体高分子型燃料電池を示す断面図

【図 3】 実施例 1 の変形態様 2 の発電層を形成する三

浦折りの展開図

【図 4】 実施例 1 の変形態様 2 の発電層の凹凸形状を示す平面図

【図 5】 実施例 1 の変形態様 2 の固体高分子型燃料電池を示す断面図

【図 6】 実施例 1 の変形態様 3 のセパレータの形状を示す斜視図

【図 7】 実施例 2 としての固体高分子型燃料電池の構成を示す断面図

【図 8】 実施例 2 の変形態様 3 の発電層の凹凸形状を示す平面図

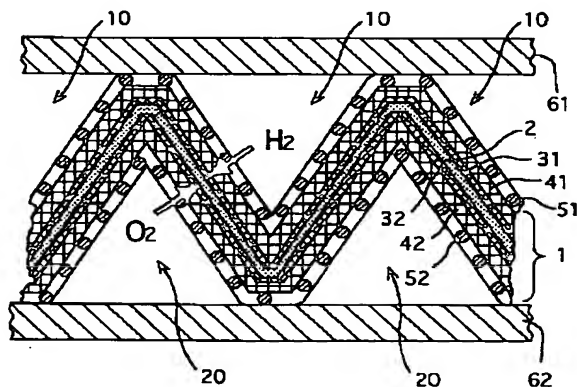
【図 9】 実施例 2 の変形態様 3 の固体高分子型燃料電池を示す断面図

【図 10】 実施例 2 の変形態様 4 の発電層の凹凸形状を示す平面図

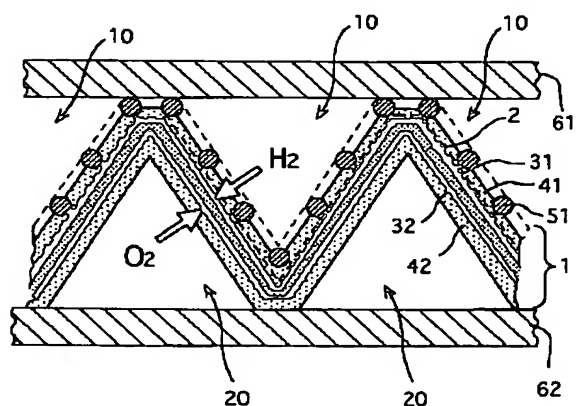
【図 11】 実施例 2 の変形態様 4 の固体高分子型燃料電池を示す断面図

【図 12】 実施例 3 としての固体高分子型燃料電池の構成を示す断面図

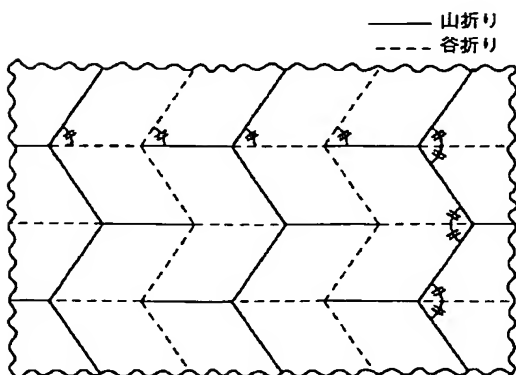
【図 1】



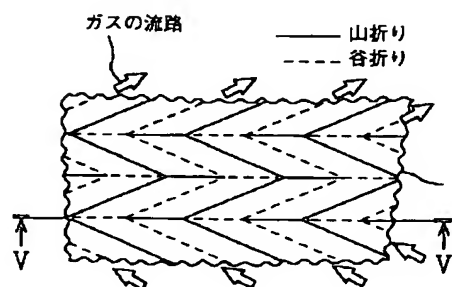
【図 2】



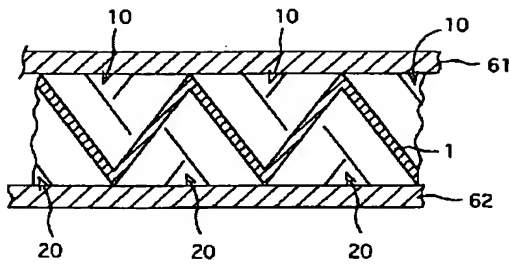
【図 3】



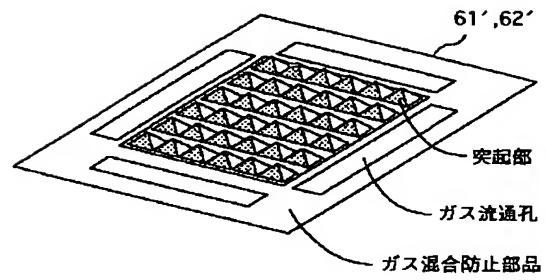
【図 4】



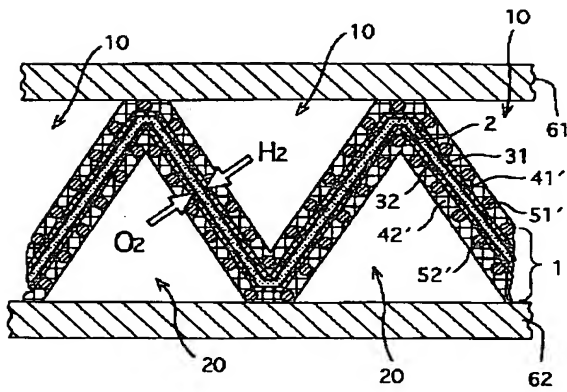
【図 5】



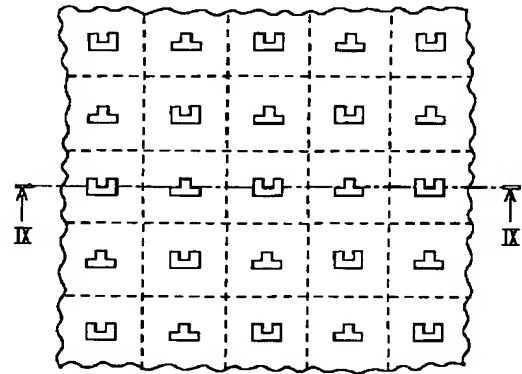
【図 6】



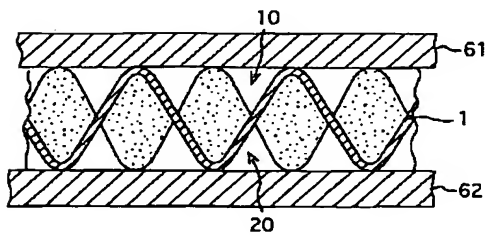
【図 7】



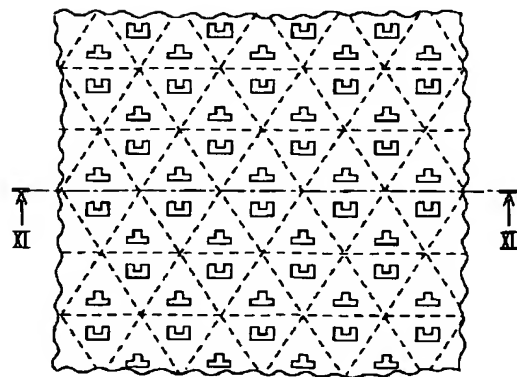
【図 8】



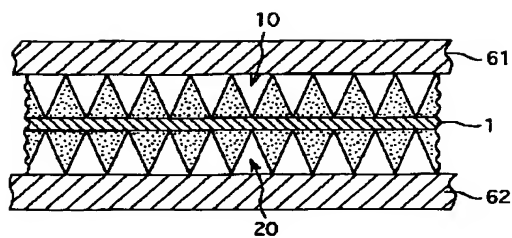
【図 9】



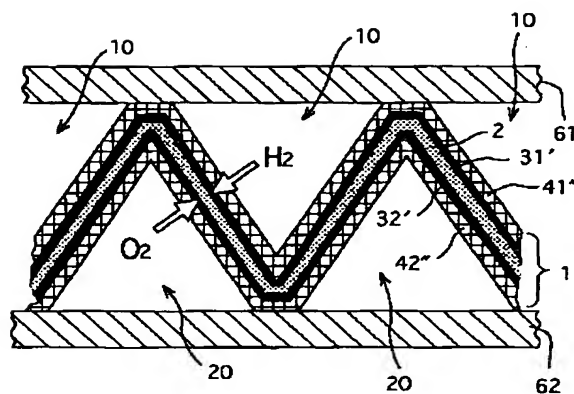
【図 10】



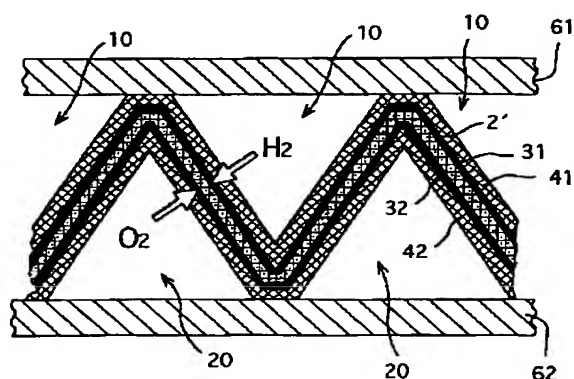
【図11】



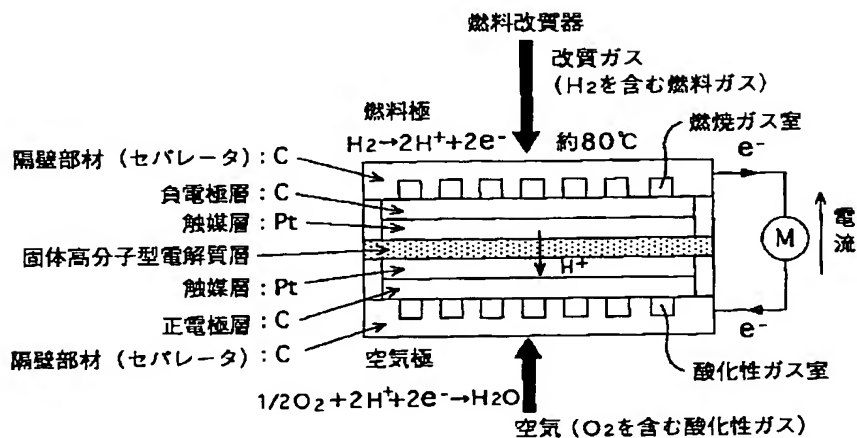
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 宮田 芳生
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 藤木 康二
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
社デンソー内